



EESTI MAAÜLIKOOL
Majandus- ja sotsiaalinstituut

Kristina Hiir

VAARIKASEEMNEÕLI TOOTMISE KULUDE ANALÜÜS
THE PRODUCTION COST ANALYSIS OF RASPBERRY SEED
OIL

Bakalaureusetöö
Maamajandusliku ettevõtluse ja finantsjuhtimise õppekava

Juhendaja: Ülle Roosmaa, *MSc*

Tartu 2018

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Kristina Hiir		Õppekava: Maamajanduslik ettevõtlus ja finantsjuhtimine	
Pealkiri: Vaarikaseemneõli tootmise kulude analüüs			
Lehekülgi: 51	Jooniseid: 4	Tabeleid: 5	Lisasid: 4
<p>Osakond / Õppetool: Majandus ja sotsiaalinstituut, agrarökonoomika ja turunduse osakond</p> <p>ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: Põllumajandusökonomika S187</p> <p>Juhendaja(d): Ülle Roosmaa</p> <p>Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2018</p>			
<p>Vaarikamahla valmistamisel tekkiv pressimisjääk on Eesti turul vähe hinnatud, kuid selle väärtus on kõrge, eeskätt jäägis peituvate seemnete tõttu. Vaarikaseemnetest saadavat õli kasutatakse peamiselt kosmeetikatoodetes või puhta õlina kogu kehal. Töö eesmärgiks on analüüsida vaarikamahla tootmisel tekkiva pressimisjäägi väärimise kulusid vaarikaseemneõli tootmisel kahe erineva meetodi, s.o kruvipressimise ja ülekriitilise süsihappegaasiga ekstraheerimise (ÜSE) kasutuse korral. Kulude analüüsimise aluseks kasutati Polli aiandusuuringute keskuses läbiviidud vaarikaseemneõli töötlemis-tehnoloogia projekti tulemusi. Lisaks viis töö autor läbi mitmeid dokumendivaatlusi elektroonilistest allikatest ja intervjuusid ettevõtjate ja teenuse pakkujatega. Töös teostatud kulude analüüs oli pressimisel põhineb teenuse kasutamisel. Kui ühe hektari vaarikasaagist (880 kg) pressida mahla, selle jäägist (176 kg) valmistada vaarikaseemne-õli, eraldub õli kruvipress meetodit kasutades 6,47 liitrit ja ÜSE meetodit kasutades 7,64 liitrit. Protsessikulud õli tootmisel, alates hetkest mil pressimisjäägist pestakse seemned välja kuni ekstraheeritud õli puhastamiseni, on vastavalt 28,43 €/l ja 199,87 €/l. Autor leiab, et kindlasti tasuks uurida teisi võimalusi, kuidas Eestis arendada marjamahla pressimisjäägi edasitöötlemist lisaks õli tootmisele.</p>			
Märksõnad: kruvipress, protsessikuluarvestus, seemneõli ekstraheerimine, ülekriitiline süsihappegaasiga ekstraheerimine.			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Kristina Hiir		Curriculum: Rural Entrepreneurship and Financial Management	
Title: The production cost analysis of raspberry seed oil			
Pages: 51	Figures: 4	Tables: 5	Appendixes: 4
<p>Department / Chair: The Institute of Economics and Social Sciences, Department of Agrarian Economics and Marketing</p> <p>Field of research and (CERC S) code: Agricultural economics S187</p> <p>Supervisors: Ülle Roosmaa</p> <p>Place and date: Tartu 2018</p>			
<p>The raspberry juice pomace has been poorly evaluated in the Estonian market. Pomace has high value, especially due to the raspberry seeds it contains. The oil from raspberry seeds are mainly used in cosmetic products or as a pure oil on whole body. The aim of the bachelor's thesis is to analyse the production costs of adding value to the residue from the pressing of raspberry juice in the production of raspberry seed oil by two different methods – screw pressing method and supercritical carbon dioxide (SC-CO₂) extraction method. The results of the raspberry seed oil processing technology project carried out at the Polli Horticultural Research Center were used for analysis. Also, number of document analysing processes from electronic sources and interviews with entrepreneurs and service providers were carried out. The cost analysis for production of seed oil is based on the use of service. If a one-hectare yield of raspberry (880 kg) is pressed into juice, from its residue (176 kg) is prepared raspberry seed oil, then out comes 6,47 litres of oil when using screw press and 7,64 l when using SC-CO₂ method. Process costs are respectively 48,43 €/l and 190,82 €/l when calculating costs since washing out the seeds from pomace until cleaning pressed oil. The author believes that it would be worthwhile to explore other options for valuing the fruit juice pomaces in Estonia besides oil production.</p>			
Keywords: screw press, process cost accounting, seed oil extraction, supercritical carbon dioxide extraction.			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1. VAARIKAMAHLA PRESSIMISJÄÄGI VÄÄRINDAMISE KULUDE HINDAMISE ALUSED	7
1.1. Marjakasvatuse arenguprobleemid	7
1.2. Vaarikas kui marjakultuur	9
1.3. Vaarikast valmistatavad tooted	10
1.4. Vaarikamahla pressimisjäägi omadused ja kasutusvõimalused.....	11
1.5. Vaarikaseemneõli valmistamiseks kasutatavad tootmistehnoloogiad	14
1.5.1. Võimalikud tehnoloogiad vaarikaseemneõli tootmiseks.....	14
1.5.2. Kruvipressimise tehnoloogia.....	15
1.5.3. Ülekriitiline süsihappegaasiga ekstraheerimine	17
1.6. Vaarikaseemneõli omadused ja kasutusvõimalused	19
1.7. Kulude olemus ja liigitamine	21
2. VAARIKASEEMNEÕLI TOOTMISVÕIMALUSTE KULUDE ANALÜÜS.....	23
2.1. Uurimistöö metoodika ja kasutatavad andmed	23
2.1.1. Uurimistöö metoodika.....	23
2.1.2. Võrdleva analüüsimetodi tutvustus	23
2.1.3. Uurimistöö andmete allikas.....	24
2.1.4. Kulude arvutamise alused	26
2.1.5 Tootmismeetodite võrdlevaks analüüsiks kasutatavate andmete iseloomustus ..	27
2.2. Vaarikaseemneõli pressimiskulud teenuse kasutamisel.....	30
2.2.1. Vaarikaseemnete eelnev töötlemine õli pressimiseks	30
2.2.2. Teenuse ostmine kruvipressil ja seemneõli puhastamine.....	32
2.2.3. Teenuse ostmine ülekriitilisel süsihappegaasi ekstraktoril ja seemneõli puhastamine.....	35
2.3. Tulemused ja arutelu.....	37
KOKKUVÕTE	40
KASUTATUD KIRJANDUS	42
LISAD	46
Lisa 1. Kruvipressimise tehnoloogia skeem (Ferchau 2000: 3).....	47
Lisa 2. Kahte tüüpi kruvipressi läbilõige (Ferchau 2000: 19-20)	48
Lisa 3. Ülekriitilise ekstraheerimise tehnoloogia skeem (Waters)	49
Lisa 4. Keskmise tööjõukulu arvestamise tasud (PA5211)	50
LIHTLITSENTS.....	51

SISSEJUHATUS

Vaarikaseemneõli on vähetuntud ja paljud inimesed pole sellega kokku puutunud. Samas kasutatakse seda õli väga palju kosmeetikatoodetes kuna vaarikaseemneõli omab mitmeid häid omadusi. Välimuslikult annab vaarikaseemneõli kosmeetikatoodetele meeldivalt hea vaarika lõhna (Tedre talu), sees peitub aga UV-kiirgust blokeeriv võime ja E-vitamiin (Oomah *et al.* 2000: 189-191). Lisaks sellele sobib vaarikaseemneõli välispidiseks kasutamiseks õlina kogu kehal.

Ülemaailmselt toodetakse vaarikaseemneõli suurtes kogustes, Eestis aga ei väärtustata vaarikamahla pressimisel järgi jäävat pressimisjääki piisavalt. Selleks, et pressimise jääki väärintada, on oluline jagada tootjatega informatsiooni õli tootmisvõimaluste ja sellega soetud kulude kohta.

Bakalaureusetöö eesmärk on analüüsida vaarikamahla tootmisel tekkiva pressimisjäägi väärintamise kulusid vaarikaseemneõli pressimisel kahe erineva meetodi, s.o kruvipressimise meetodi ja ülekriitilise süsihappegaasiga ekstraheerimise (ÜSE) meetodi, kasutuse korral.

Antud eesmärgi saavutamiseks on püstitatud järgmised uurimisülesanded:

1. Vaarikamahla pressimisjäägi kasutusvõimaluste välja selgitamine.
2. Vaarikaseemneõli omaduste ja kasutusvõimaluste välja selgitamine.
3. Ülevaate andmine vaarikaseemneõli tootmistehnoloogiatest.
4. Vaarikaseemneõli kahe pressimistehnoloogia kulude võrdleva analüüsi teostamine.

Bakalaureusetöö põhineb peamiselt teistele andmetele, kuid lisainformatsiooni saamiseks ja andmete tõlgendamiseks on autor teinud intervjuud tootjatega ja eksperdiga. Töö teoreetiline osa põhineb kirjandusallikatele, kus antakse ülevaade vaarikaseemneõli omaduste ja kasutusvõimaluste kohta. Teiste seas tutvustatakse kahte võimalikku õli tootmismeetodit, mida on ka Eestis katsetatud. Vaarikaseemneõli uudsuse ja selle väikese tootmismahu tõttu (võrreldes nt rapsiõli või oliiviõliga) on kirjandusallikatest vähe leida vastavasisulisi kulude kalkulatsioone ja võrdlevaid analüüse.

Töö empiirilises osas võrreldakse kahe erineva õli tootmismeetodi kulusid, võttes aluseks toodangu ühe hektari kohta ja tuues välja seemnete väljapesu, kuivatamise, pressimise ja õli puhastamise etapikulud. Kulude leidmine iga etapi kohta eraldi annab ülevaate iga etapi mahust nii ajaliselt kui rahalises väljenduses.

Vaarikaseemneõli tootmise kulude analüüsimine on oluline alus ettevõtjatele, kes plaanivad alustada marjaseemnetest õli tootmist. Antud bakalaureusetöö annab ülevaate etappidest, mis kaasnevad õli tootmisega ja toob välja kulud igas etapis. Veel olulisemaks põhjuseks antud töö koostamisele oli informatsiooni pakkumine nendele ettevõtjatele, kes küll toodavad vaarikamahla, kuid pole mõelnud mahla pressimisjäagi väärimisele. Autor leiab, et bakalaureusetöö annab ettevõtjatele julgust ja motivatsiooni mõelda mahla pressimisjäagi väärimisele. Pressimisjäagi kasutusvõimaluste valdkond suureneb iga aastaga ning igale puu- ja marjamahla pressimisjäagile võib rakendust leida.

Autor avaldab väga suurt tänu Polli aiandusuuringute keskuse töötajatele, sh Uko Bleivele, kes on eelkõige aidanud töö autoril mõista pressimismeetodite tehnoloogiate põhimõtteid ja selgitanud õli puhastamisega seotud küsimusi.

1. VAARIKAMAHLA PRESSIMISJÄÄGI VÄÄRINDAMISE KULUDE HINDAMISE ALUSED

1.1. Marjakasvatuse arenguprobleemid

Puuvilja- ja marjakasvatus sai Eesti aladel taluaedades hoo sisse 19. sajandi lõpus C. R. Jakobsoni sõnavõttude tõukel (EE 2011 s. v. Eesti puuvilja- ja marjakasvatus). Nõukogude perioodil muutus linnaelanike seas populaarseks kooperatiivaiandus ehk inimestele eraldati maad suuraedade loomiseks, kus kasvatati ühiselt puuvilja- ja marjakultuure (Sealsamas). Samuti loodi mitmeid, peamiselt riiklikke põllumajandusettevõtteid (sovhoose, sh nt Vasula sovhoos praeguse nimega Vasula aed, Äksi aiandussovhoos, Tallinna aiandussovhoos nüüd uuel kujul Kadaka aiandina, Järve aiandussovhoos jt (Rahvusarhiiv)), mis pidid varustama kohalikku elanikkonda puuviljade ja marjadega (EE 2011 s. v. sovhoos; EE 2011 s. v. Eesti puuvilja- ja marjakasvatus).

Huvi suuraedu pidada hääbus aga kiirelt kuna vajas toimimiseks suurel hulgal oskus- ja käsitööd, mistõttu on tänase päevani säilinud vähesed suuraiad (EE 2011 s. v. Eesti puuvilja- ja marjakasvatus). Puuvilja- ja marjakasvatuse isevarustatuse tase oli 2012-2013 saagiaastal kõigest 10,5% (Eesti aiandussektori... 2015: 58). Kuna säilinud suuraiad on nüüdseks suuresti amortiseerunud ning kaasaegseid tootmisaedu on, vähe võib lähiaastatel oodata edasist isevarustatuse taseme langust (Sealsamas: 11).

Eesti kliima on väga mitmekülgne, eristudes selgelt nelja aastaajaga. Viimastel aastatel on suvekuudel keskmine õhutemperatuur jäänud vahemikku 15-18°C, samas kui talvekuudel on keskmine õhutemperatuur langenud -10°C (Riigi ilmateenistus). Seetõttu on marjakasvatuses oluline kasvatada külmakindlaid sorte ja Eesti kliimaatilistele oludele vastupidavaid aiakultuure. Marjakasvatuse edendamiseks on välja töötatud Eesti aiandussektori arengukava, mille alusel on Eestis kõige paremini kasvavad marjakultuurid aedmaasikas, must sõstar, vaarikas, viinamari, kultuurmustikas ja must aroonia (Eesti aiandussektori... 2015: 13).

Eesti marjakasvatajate peamiseks murekohaks on toodangu turustamine (Eesti aianduse... 2014: 16; Eesti aiandussektori... 2015: 13). Eesti aiandussektori arengukavas (2015: 13) tuuakse välja, et suurte kaubanduskettide seisukohalt on ettevõtjate toodangu maht liiga väike. Lisaks tuuakse välja asjaolu, et kohalikud marjakasvatajad ei suuda tagada stabiilset tarnet ja marjade ühtlast kvaliteeti.

Väiksemate marjakasvatajate arvates parandaks olukorda tehnoloogia või tehniliste vahendite olemasolu suurendamine (Eesti aianduse... 2014: 16; Eesti aiandussektori... 2015: 13). See aitaks oluliselt parandada saagi koristus-, säilitamis- ja turustamisvõimalusi. Väikeettevõtjate seas läbi viidud uuringutulemusena on nende hinnangul investeeringud suunatud pigem suurtootjatele (Eesti aianduse... 2014: 16).

Alustav marjakasvataja peab hoolikalt läbi mõtlema ligipääsu turgudele realiseerimaks marjakasvatuse toodangut ja leidma tarnijad, kes varustavad vajalike vahenditega (istikud, väetised, pestitsiidid, korjamisvahendid, pakendid) (Raspberries 2013: 48-49). Teinekord pole kohalikul turul pakkuda sobivaid vahendeid, seega tuleb arvestada erinevate ressursside kuluga, mis kaasnevad kaugematest piirkondadest vahendite soetamisega (*Ibid.*: 49). Marjakasvatuses on olulisel kohal tööjõud. Ettevõtjate silmis on peamiseks tööjõuga seotud probleemiks marjakasvatuses hooajalisus ja madal võimekus maksta konkurentsivõimelist palka (Eesti aianduse... 2014: 16).

Lisaks sellele tuuakse Eesti aiandussektori arengukavas aastateks 2015-2020 (2015: 20) välja, et marjakasvatustevõtete konkurentsivõime suurendamiseks ja toodangu eest kõrgema hinna saamiseks tuleb toodangule väärtust lisada. Antud arengukavas tuuakse välja, et selle eesmärgi saavutamiseks on vajalik kaasajastada või leida uusi võimalusi marjakasvatuse toodangu tootmis- ja töötlemistehnoloogiate osas.

Väärindamine kujutab endast marjakasvatuse toodangule väärtuse lisamist (EKSS s. v. väärindama), mida saab teha näiteks läbi toodangu edasitöötlemise. See annab võimaluse marjakasvatuse toodangut müüa kõrgema hinnaga. Eesti Põllumeeste Keskliidu juhatuse esimees ja MTÜ Eesti Põllumajandus-Kaubanduskoja liige Vahur Tõnissoo tõdeb, et marjakasvatuse toodangu väärindamine pakub võimalust säilitada konkurentsivõimet (Sander-Sõrmus). Lisaks sellele toob Tõnissoo intervjuus (Sealsamas) välja asjaolu, et oluline on alustavaid ettevõtjaid toetada nende otsustes ja valikutes ning aiandusfoorumite korraldamine on üheks võimalikuks lahenduseks, et olla uutele ettevõtjatele toeks.

Eesti marjakasvatuse kitsaskohtadeks on suuresti kliima ja tootjate madal võimekus investeerida tootmise arendusse. Sellegipoolest on Eesti aladel taluaedades kasvatatud aastakümneid puuvilja- ja marjakultuure. Teavitustegevuse arendamine julgustab alustavaid ettevõtjaid.

1.2. Vaarikas kui marjakultuur

Harilik vaarikas ehk ladina keeles *Rubus idaeus* on muraka perekonna alamperekonda kuuluv (EE 2011 s. v. vaarikas) ühe- ja kaheaastaste vartega poolpõõsas (Libek, Karp 2014) mis võivad kasvada 1-5 m kõrgusteks (Raspberries 2013: 23). Esimesed ilmingud vaarika kultuuristamisest pärinevad alepõllunduse aegadest, kirjanduse andmetel võis Eesti aladel kodusaedades vaarikat esmakordselt kohata 16.-17. sajandil (EE 2011 s. v. vaarikas).

Kasvamiseks vajab marjakultuur toitainerikast ja hea niiskuserežiimiga nõrgalt happelist mulda (Libek, Karp 2014). Vaarika istik istutatakse eelistatuna sügisel umbrohupuhtale mullale ritta või 4-10 varrega väikeste põõsastena (EE 2011 s. v. vaarikas). Reas on üldiselt istikute kaugus 0,5-0,8 m ja reavahe 3-4 m (EE 2011 s. v. vaarikas; Libek, Karp 2014), sel viisil istutades kulub hektari suuruse aia rajamiseks umbes 6 000 istikut (Libek, Karp 2014).

Vaarika varred viljuvad teise kasvuaasta juulist kuni augustini, peale saagi andmist varred puituvad ehk surevad (EE 2011 s. v. vaarikas). Vaarika viljaks on õiepõhjalt kergesti eralduv koguvili, mis peamiselt on punast või kollast värvi (EE 2011 s. v. vaarikas; Raspberries 2013: 25). Keskmise saagikus sõltub paljustki sordist, kuid keskeltläbi jääb saagikus 4-6 t/ha vahele (Libek, Karp 2014). Kõige optimaalsem temperatuur vaarikate valmimiseks on 17-21°C vahel (Raspberries 2013: 38). Libek ja Karp (2014) toovad välja, et viimastel aastatel on Eestis eriti populaarseks muutunud taasviljuvate sortide kasvatamine, mis tähendab, et vaarika varred kannavad saaki juba esimesel aastal ning teisel aastal viljuvad samad varred uuesti. Taasviljuvate sortide puhul lükkub saagi valmimise periood augustist kuni esimeste külmadeni (Sealsamas).

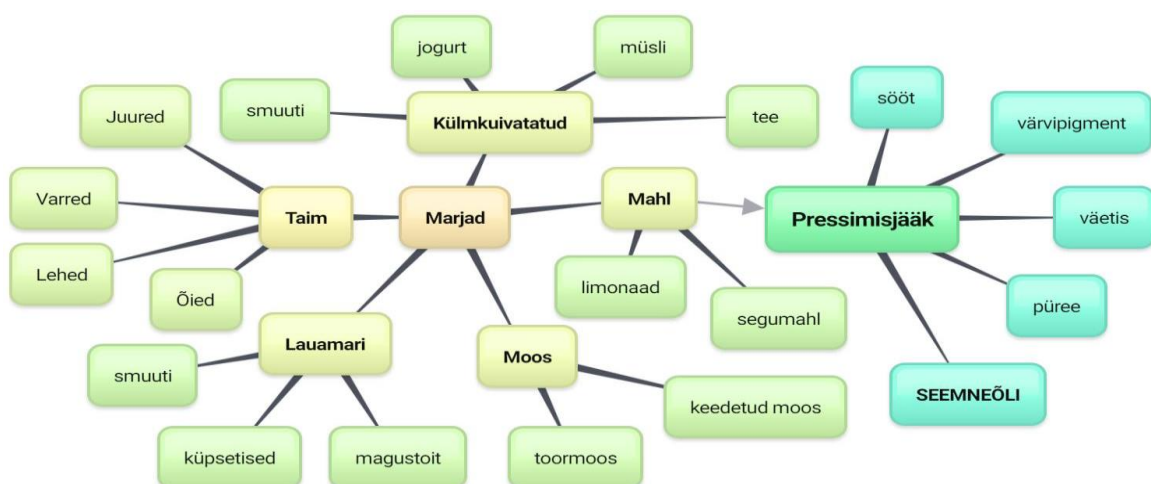
Kahel aastal saaki kandvate sortide puuduseks on nende talvekindlus. Oluline on, et enne talvist külma saaksid esimesel aastal vilju kandnud oksad õigel ajal puituda ehk võrsete kasv peatuda, vastasel juhul saavad varred talvel kahjustada (Libek, Karp 2014). Võrsete kasvu

mitte peatumise põhjuseks võivad olla liigne väetamine või sügisesed sademed (Sealsamas). Viimase vältimiseks on mujal maailmas levinud kiletunnelite kasutus, mis aitab vähendada ilmastikumõjudest tingitud sügiseseid saagi koristusega ja marjade hallitamisega seotud probleeme (Raspberries 2013: 40). Eestis pole neid veel kasutusele võetud, kuna turu nõudlus vaarikate järele on madal, seega on vaarikamarja kilogrammi hind liiga madal, et katta ära kiletunneli rajamiseks tehtavaid kulutusi. (Libek, Karp 2014).

Vaarikataimest marja saamine nõuab hulganisti tööd, kuid sellest saadav maitsev ja teistest marjakultuuridest erinev mari annab iga aiandusehuvilise jaoks motivatsiooni vaarikataime kasvatada. Olgugi et Eesti marjakasvatajatel puudub võimekus rajada kalleid kiletunnelid, leiab vaarikamarja sellegipoolest toidulaualt.

1.3. Vaarikast valmistatavad tooted

Vaatamata vaarika vilja väiksele suurusele on tegemist mitmekülgse marjaga, mis sisaldab C-, A- ning vähesel määral ka E- ja K-vitamiine ja teisi kasulikke aineid (EE 2011 s. v. vaarikas). Rahvameditsiinis on kasutatud juba sajandeid vaarikate juuri, lehti, õisi ja varsi tõmmiste tegemiseks (EE 2011 s. v. vaarikas; Raspberries 2013: 29). Tõmmis pidavat aitama kurguhaiguste, palaviku, putukahammustuste, mädavistrike ja löövete vastu (EE 2011 s. v. vaarikas). Joonisel 1 on toodud skemaatiline ülevaade vaarika kasutusvõimalustest.



Joonis 1. Vaarika kasutusvõimalused. (Autori koostatud)

Vaarikas on toidulauual kasutusel olnud pikka aega ning seda kasutatakse siiani lauamarjana, toiduainetes maitse või kaunistuse eesmärgil. Lisaks sellele valmistatakse vaarikatest moosi (keetes või toormoosina), purustatakse smuutidesse, pressitakse mahlaks. Peale kohese tarvitamise marju tihtipeale külmutatakse, et säilitada hilisemaks tarbimiseks, kuid see trend on vaikselt hääbumas (Talutoodete keskus). Nimelt kogub üha enam populaarsust marjade külmuivatamine, tänu millele suudetakse hoida marjade toiteväärtust paremini ning säilib nende loomulik maitse, lõhn, välimus ja toiteväärtus (Sealsamas).

Kylmuivatatud vaarikad sobivad hästi suupisteteks kui ka smuutide, jogurtite, müslide ja väga paljude teiste toiduainete sisse (Talutoodete keskus). Kylmuivatatud vaarikajahu kasutab nt kodumaine ettevõtte Põhjala Teetalu oma teedes, et pakkuda maitsvat ja naturaalselt viljalihaga teed (Põhjala Teetalu) ja Kama ja Kilu OÜ, kes valmistab kiireid, toitvaid ja tervislikke kamasmuutisi (Loodusand).

Marjade pressimisel eraldub mahl, mida kasutatakse mahlasegudes või muudes jookides, nt limonaadis (nt BioMari Rabarberi-vaarika limonaad (BioMari)). Mahla pressimisel jääb aga järgi pressimisjääk, mis on tootjate poolt alahinnatud ja millega tihti ei osata midagi teha, ehkki sellel on palju häid omadusi ja rohkelt kasutusvõimalusi.

1.4. Vaarikamahla pressimisjäagi omadused ja kasutusvõimalused

Vaarika marjadest pressimise teel saadud vaarikamahl on heaks võimaluseks tootjatel saada marjakasvatusest suuremat tulu ehk vääridada marjakasvatuse toodangut. Vaarikamahla pressimisel jääb keskmiselt 20% järgi pressimisjäägina (Rohm *et al.* 2015: 693). Mahla pressimisjääk sisaldab endas peamiselt marja kestadid ja seemneid, teinekord ka rootse ja varretükke (*Ibid.*: 693). Pressimisjääk sisaldab lisaks suurele hulgale kiudainetele ka vähesel määral mineraale, vitamiine, värvaineid (Brodowska 2017: 87).

Vaarikamahla pressimisjäagi kasutamiseks on palju erinevaid võimalusi, seega on autor jaotanud kasutusvõimalused kaheks – töötlemata ja töödeldud kujul kasutamine. Töötlemata vaarikamahla pressimisel tekkiva pressimisjäagi kasutusvõimaluste all peetakse silmas neid võimalusi, kus pressimisjäagist ei eraldada seemneid. Töötlemata kujul kasutatakse

põllumajandustööstuse jäätmeid peamiselt söötadena või väetisena, et lihtsustada pressimisjäägi käitlemist ja vähendada kulusid (Dijlas *et al.* 2009: 193).

Vaarikamahla pressimisjäägi utiliseerimine toob endaga kaasa enamasti lisakulusid. Kulud tulenevad seadusandlikest piirangutest ning on seotud jäätmete ladustamise ja transportimisega (Dijlas *et al.* 2009: 193). Söödana sobib pressimisjääk nt sigadele ja rottidele, asendades energiasöödast kuni 20% vaarikamahla pressimisjäägiga (McDougall, Beames 1994). Kui aga pressimisjääk viiakse mulda, siis tuleks arvestada asjaoluga, et vaarikamahla pressimisjäägi madal happelisus (pH) avaldab negatiivset mõju keskkonnale (Brodowska 2017: 92). Seetõttu on oluline taimejäätmete kahjutuks käitlemiseks need enne utiliseerimist kuivatada, et vältida keskkonnareostust tulenevalt mikroobide arengust jäätmetes (Dijlas *et al.* 2009: 193).

Võimalusi, kuidas väärindada vaarikamahla pressimisel järele jäävaid biojätmeid ilma seemneid eraldamata, on veel teisigi. Potentsiaalselt on võimalik pressimisjääki kasutada antimikroobse ainena, kuna selles leidub fenooli, millel on võime pidurdada haigusi tekitavate bakterite kasvu (Brodowska 2017: 92-93). Peale selle sisaldab vaarikamahla pressimisjääk märkimisväärses koguses antotsüaniidi ja karotenoide, mis on olulised värvipigmenti allikad (*Ibid.*: 93). Üha enam suurenev huvi tervisliku toitumise vastu paneb tarbijad eelistama toiduaineid, mis sisaldavad naturaalseid komponente, s.h. ka värvaineid (*Ibid.*: 93). Seetõttu oleks oluline eelistada naturaalseid lahendusi ja kasutada vaarikamahla pressimisjääki nt naturaalse värvainena toiduainetes, et jõuda suurema tarbijaskonnani ja kasutada ära looduse poolt antut.

Vaarikamahla pressimisjäägi kasutamine töödeldud kujul tähendab seda, et pressimisjäägis sisalduvad seemned eraldatakse ning seemned kuivatatakse. On leitud, et isegi pikaajaliselt (kuni 8 kuud) külmutatud vaarikatest mahla pressimisel järele jäävat pressimisjääki võib kasutada seemnetest õli pressimiseks (Radočaj *et al.* 2014: 1015).

Seemnete eraldamiseks vaarikamahla pressimisjäägist lisatakse sellele vett ja segatakse saadud fraktsiooni (Johansson *et al.* 1997: 301). Pärast segunemist vajuvad seemned põhja ning on lihtsasti eraldatavad (*Ibid.*: 301). Puhastatud seemned kuivatatakse ühtlase temperatuuri juures, nt 25°C juures kihtkuivatil (inglise k. *fluid bed dryer*) (Oomah *et al.* 2000: 188) või 45°C juures soovitud niiskussisalduseni (Johansson 1997: 301).

Eelnevalt toodud näidetes eraldati seemned pressimisjäagist ja seejärel kuivatati seemned eraldi. Kuid on tehtud ka katsetusi, kus seemneid ei puhastata vaarikamahla pressimisjäagist välja. Nii näiteks võib kogu pressimisjääki kuivatada 22°C juures 72 tundi, umbes 1 cm paksuse kihina, aegajalt segades (Dimić *et al.* 2012: 2-3; Radočaj *et al.* 2014: 1018). Ahju kasutamise võimalusel kuivatasid samad autorid pressimisjääki kahes etapis. Alguses 6 tundi umbes 63°C juures ning hiljem 4 tundi umbes 103°C juures. Bushman *et al.* (2004: 7983) kuivatasid ahjus ühes etapis 50°C juures 18 tundi. See, kas seemned eraldada pressimisjäagist või mitte, sõltub õli pressimismeetodist. Soovituslik oleks seemned eraldada, sest nii on vähem üleliigset fraktsiooni ning õli eraldumine toimib paremini, on Eestis vaarikaseemneõli tootmiskatsetusi teinud U. Bleive arvamus (Bleive).

Vaatamata erinevatele pressimisjäägi kuivatamise meetoditele on selle peamine eesmärk vähendada pressimisjäägi või seemnete niiskussisaldust. Radočaj *et al.* (2014: 1018) toovad välja, et parim meetod kuivatamiseks on ahjus kuivatamine. Mikroobide arengu ja ensüümide tegevuse minimeerimiseks (Johansson 1997: 301) kuivatatakse fraktsiooni pigem 6-8 protsendi niiskussisalduseni (Dimić *et al.* 2012: 4; Johansson 1997: 301; Radočaj *et al.* 2014: 1018). Oomah *et al.* (2000: 189) katses kuivatati vaarikaseemneid 13,6% niiskussisalduseni, kuid sellisel juhul oli õlisaagis tavapärasest väiksem, umbes 10,7%.

Seemnete sisaldus pressimisjäagis on kirjandusallikate alusel erinev, alates 50% kuni 90%-ni (Johansson 1997: 302; Radočaj *et al.* 2014: 1018). Tõenäoliselt on erinevuse põhjuseks mahla pressimise erinev viis ning sellest tulenevalt üleliigsed kestad ja viljaliha, mis pressimisjääki alles jääb. Seemnete õlisisaldus varieerub kirjandusallikate põhjal samuti ja sõltub sellest, kas õli protsendiline osakaal arvestatakse kuivatamata või kuivatatud seemnetest. Kuivatatud (inglise k. *dry basis (d.b.)*) seemnete õlisisaldus on keskmiselt 15% (tabel 1). Tuhande vaarikaseemne kaalutestide tulemused näitavad seemnete kaaluks 1,5-1,8 grammi (Dimić *et al.* 2012: 4; Johansson *et al.* 1997: 302; Radočaj *et al.* 2014: 1018).

Vaarikamahla pressimisjäagil on mitmeid kasutusvõimalusi erinevates valdkondades. Pressimisjäagis sisalduvad seemned laiendavad seda valdkonda veelgi. Vaarikaseemneõli näol on tegu tootega, millel on palju potentsiaali ja kasutusvõimalusi. Seetõttu on ka oluline pöörata sellele rohkem tähelepanu ja analüüsida õli tootmisvõimalusi.

1.5. Vaarikaseemneõli valmistamiseks kasutatavad tootmistehnoloogiad

1.5.1. Võimalikud tehnoloogiad vaarikaseemneõli tootmiseks

Õli eraldamiseks erinevatest taimekasvatuse õlikultuuridest või marjakultuuride seemnetest on mitmeid ekstraheerimise tehnoloogiaid. Ekstraheerimiseks nimetatakse ühe või mitme komponendi eraldamist tahkest või vedelast ainest (EE s. v. ekstraheerimine). Kuna vaarikaseemnetest õli eraldamine on sarnane teistest õlikultuuridest õli eraldamisega, võib erinevaid tehnoloogiaid pidada võimalikeks viisideks ka vaarikaseemneõli tootmisel.

Enamlevinud õli tootmise meetodid on järgmised:

- 1) mehaaniline ekstraheerimine (inglise k. *mechanical extraction*) (Atabani *et al.* 2013: 220; Bhuiya *et al.* 2016: 1114);
- 2) ülekriitiline ekstraheerimine (inglise k. *supercritical fluid extraction (SFE)*) (Bhuiya *et al.* 2016: 1114; Kryževičiūtė *et al.* 2016: 62);
- 3) ekstraheerimine lahusega (inglise k. *pressurized liquid extraction (PLE)*) (Kryževičiūtė *et al.* 2016: 62);
- 4) ekstraheerimine mikrolainete ja ultraheli abil (inglise k. *microwave and ultrasonic assisted extraction*) (Bhuiya *et al.* 2016: 1115; Kryževičiūtė *et al.* 2016: 62);
- 5) mikroobne, ensümaatiline, keemiline ja termiline töötlemine (inglise k. *microbial, enzymatic, chemical and thermal treatment*) (Atabani *et al.* 2013: 220; Kryževičiūtė *et al.* 2016: 62).

Autori andmetel pole Eestis veel kasutatud kõiki nimetatuid meetodeid vaarikaseemneõli tootmiseks.

Kirjandusallikate alusel on ärilisel eesmärgil seemnetest õli tootmiseks kõige populaarsemad mehaaniline ekstraheerimine või ekstraheerimine lahustiga (Atabani *et al.* 2013: 220; Pradhan *et al.* 2010: 393). Mehaanilise ekstraheerimise puuduseks on madalam õli saagis, sest seemnetest pressimisel ei saada kogu õli kätte (Pradhan *et al.* 2010: 393). Lahusega ekstraheerimisel (PLE) kasutatakse lahustina peamiselt heksaani või metanooli, kuid keskkonna seisukohalt peetakse neid ohtlikeks, seetõttu tuleks õli kasutamisel kosmeetikas või farmaatsias kasutada ülekriitilist ekstraheerimist süsihappegaasiga (Kryževičiūtė *et al.* 2016: 65; Pradhan *et al.* 2010: 393). Süsihappegaasi eeliseks on see, et tegemist on mitte

mürgise, mittesüttiva, soodsama ning puhtamat ekstraktsiooni saagist andva lahusega (Kryževičiūtė *et al.* 2016: 65; Pradhan *et al.* 2010: 394).

Polli aiandusuuringute keskuses läbi viidud vaarikaseemeõli töötlemistehnoloogia arenduse projektis kasutati vaarikaseemneõli eraldamiseks kruvipressimise meetodit ja ülekriitilist ekstraheerimist süsihappegaasiga (Tedre talu). Seetõttu, et vastavad katseandmed Eesti oludes on olemas ja usaldusväärsed, käsitletakse neid kahte õli pressimismeetodit edasises töös lähemalt.

1.5.2. Kruvipressimise tehnoloogia

Vaatamata asjaolule, et kruvipressimise tehnoloogia efektiivsus on madal ehk pressimisel saadakse kätte vähem õli võrreldes teiste ekstraheerimise meetoditega, on see üks populaarsemaid meetodeid õli eraldamiseks. Populaarsus võib suuresti olla tingitud seadmete jõukohasest hinnast tootjate jaoks ning nende heast kättesaadavusest.

Mehaanilisel õli pressimisel võib eristada kahte enamlevinud pressimismeetodit, kus korvpressis (inglise k. *ram press*) või kruvipressis (inglise k. *screw press*, *expeller*) liikuva kruvi abil (lisa 1) surutakse seemnetest õli välja (Atabani *et al.* 2013: 220; Bhuiya *et al.* 2016: 1114). Kruvipressimise kasutamine on üks traditsioonilisem meetod õli eraldamiseks ja on teada, et mootorpressiga saadakse seemnetest 3-20% rohkem õli kätte kui manuaalse pressi puhul (*Ibid.*). Olemas on kahte erinevat tüüpi kruvipresse, mille läbilõiked on toodud lisa 2. Üksteisest erinevad need pressid kruvi ehituse ja õli väljalaske poolest.

Seemnetest õli eraldamisel jäävad järgi tahked osakesed mida nimetatakse pressimiskoogiks (Ferchau 2000: 10). Õlikultuuride pressimiskooki võib kasutada nt põldudel mullastiku toitainetega rikastamiseks ja loomadele söödaks (lehmad, sead, kanad, lambad, hobused) (Atabani *et al.* 2013: 220; Ferchau 2000: 5). Pressimispea ummistumise vältimiseks on enamasti kruvipresside pressimispea küljes küttekeha, et enne pressimise alustamist soojendada pressimispead ning sel viisil saab pressimiskooki masinast paremini väljutada (Ferchau 2000: 10). Pressimise käigus tekkiv soojus hõõrdumisest on paljudel juhtudel piisav, seetõttu puudub vajadus pressimise käigus pressimispead soojendada (Bleive).

Veel üheks oluliseks faktoriks kruvipressi kasutamisel on sobiliku suurusega otsiku valimine. Pressimispea otsik mõjutab samuti pressimiskoogi väljatulekut, optimaalne otsiku diameeter on 6-8 mm (Ferchau 2000: 10). Liiga kitsas pressimispea otsik võib põhjustada pressimispea ummistumist (*Ibid.*: 10). Otsikute valikul kehtib põhimõte, mida peenema läbimõõduga see on, seda suurem jõud rakendub materjalile ja väljub tõenäoliselt suurem kogus õli, see aga suurendab hõõrdumist pressis ning tõstab õli temperatuuri (Bleive). Ferchau (2000: 10) toob välja asjaolu, et pressimispea temperatuur peaks jääma vahemikku 60-80°C ning õli temperatuur ei tohiks ületada 40°C. Vastasel juhul õli keemiline koostis muutub oluliselt ning suureneb tahkete osakeste sisaldus õlis.

Katsetusi vaarikaseemneõli saamiseks on tehtud mitmeid. Bushman *et al.* (2004: 7983) kasutasid vaarikaseemneõli pressimiseks patenteeritud NatureFRESH-Cold Press™ meetodit. Antud meetodi eripäraks on madalamad temperatuurid pressimisel ja kemikaalide mitte kasutamine (Botanic Innovations). Nende sooritatud katsetes oli maksimaalne rõhk pressis 9,652 MPa ning pressimispea temperatuur jäi vahemikku 27-38°C (Bushman *et al.* 2004: 7983).

Teises katses kasutasid Pieszka *et al.* (2014: 2) UNO kruvipressi, mille pressimispea temperatuur oli 55°C, seemneid pressiti 20 sekundit. Seemneõli filtreeriti, hoiustamiseks pandi tumedasse pudelisse, lisati lämmastikku, suleti õhukindlalt ning hoiustati 4°C juures (*Ibid.*: 2). Oluline on asjaolu, et igasugust pressimismeetodit kasutades ei sobi pressitud õli koheseks kasutamiseks ning õli tuleb edasi töödelda (Atabani *et al.* 2013: 220; Bhuiya *et al.* 2016: 1114). Vaarikaseemneõli puhul kasutasid Pieszka *et al.* (2014: 2) õli puhastamiseks kahte erinevat filtersüsteemi (inglise k. *board and candle filters*). Veel võib õli puhastamiseks kasutada selitamismeetodit, tsentrifuugimist ja pesemist veega (Bleive).

Mehaaniliselt pressitud õli nimetatakse mõningatel juhtudel terminiga „külmpressitud“ (Abiks põllumajandus... 2013: 30), kuid pressimispea soojendamine ja kruvi pöörlemisel tekkiv hõõrdejõud soojendavad õli (Bleive). Külmpressimise puhul puudub konkreetne definitsioon, kuid üldiselt mõistetakse selle all meetodit, kus õli ekstraheeritakse seemnetest madalaima võimaliku temperatuuriga, EL määruste alusel peab näiteks oliiviõli temperatuur jääma alla 27°C (Veterinaar- ja Toiduamet).

Õli pressimisele spetsialiseerunud tööstusettevõtte vajab väga mitmesuguseid seadmeid, alates vaarikamahla pressimisjäägi hoiustamisest kuni puhta seemneõli hoiustamiseks

mõeldud mahutiteni. Ferchau (2000: 17) hinnangul vajab kruvipressimise meetodit kasutav ettevõtte vaarikaseemneõli pressimiseks: 1) kaste vaarikamahla pressimisjäägi hoiustamiseks, 2) seemnete eraldamiseks separaatorit, 3) anumad, mille abil edastatakse seemned pressi, 4) pressimiseadet, 5) presskoogi hoiustamiseks mahutit, 6) toorõli hoiustamiseks mahutit ja vajadusel selitamiseks, 7) filtreerimissüsteemi vaarikaseemneõli puhastamiseks ning 8) anumad puhta vaarikaseemneõli hoiustamiseks.

Õli tootmine vajab lisaks teadmistele ka kogemust, kiirust ja võimekust näha ette pressimise protseduuri kui ka sellega kaasnevaid ootamatusi pressimise käigus. Iga pressi puhul on tegemist sootuks erineva seadmega. Sel põhjusel tuleks tootjatel varuda aega ning kannatust leidmaks õigeid töövahendeid ja -tingimusi.

1.5.3. Ülekriitiline süsihappegaasiga ekstraheerimine

Juba 21. sajandi algul kirjutasid Lang ja Wai (2001: 771-772), et ülekriitiline süsihappegaasiga ekstraheerimine on kogunud populaarsust asendamaks tavapärast lahustiga ekstraheerimist, seda eelkõige ravi-omadustega taimede puhul. Selle meetodi eelistena toovad nad välja nii kiirema ekstraheerimise protsessi, lahustunud aine lihtsama eraldamise saadud fraktsioonist ja madalamad temperatuurid täieliku või suurema ekstraktsiooni saagise saamiseks.

Ülekriitilise süsihappegaasiga ekstraheerimise (ÜSE) (inglise k. *supercritical carbon dioxide (SC-CO₂)*) käigus viiakse ühend, segu või keemiline element üle selle kriitilise temperatuuri ja rõhu, muutes see vedela ja gaasilise oleku vahepealsesse olekusse (inglise k. *perturbation*), mõjutades ühendi või aine tihendust, viskoossust ja teisi omadusi kõigest temperatuuri ja rõhu kaasaabil (Akanda *et al.* 2012: 1765; Mohamed, Mansoori 2002; Sharif *et al.* 2014: 105). Protsess viiakse läbi kõrgsurveanumates, ekstraheerimise protsessi lõpus viiakse saadud fraktsioon tagasi tavapärastes rõhu ja temperatuuri tingimustesse ning protsessis kasutatud lahus eraldatakse saadud fraktsioonist eraldusanumates ehk separaatorites (lisa 3) (Mohamed, Mansoori 2002).

Süsihappegaas (CO₂) omab protsessi käigus lahusti toimeainet. ÜSE protsessi lõpus rõhu normaliseerides muutub CO₂ tagasi gaasiliseks aineks, eraldudes peaaegu et täielikult

ekstraheeritavast ainest mida on võimalik taaskasutada (Akanda *et al.* 2012: 1767; Lang, Wai 2001: 772). Lisaks sellele omab CO₂ madalat kriitilist temperatuuri (31,1°C) ja rõhku (7,38 MPa), seetõttu sobib see kasutamiseks näiteks toidus kasutatavate ainete ekstraheerimisel, millele ei ole hea kõrge temperatuur (Akanda *et al.* 2012: 1766; Pradhan *et al.* 2010: 394). Temperatuuri ja rõhku on võimalik enne iga ekstraheerimist muuta sõltuvalt ekstraheeritavast ainest. Paljud autorid (Akanda *et al.* 2012: 1766; Lang, Wai 2001: 775; Sharif *et al.* 2014: 105) rõhutavad, et ekstraheerimiseks sobiliku temperatuuri ja rõhu valimine pole lihtne ning on veel teisigi välismõjureid (tulenevalt ekstraheeritavast ainest või ülekriitilise ekstraheerimise masinast), millele tuleb tähelepanu pöörata ja mis mõjutavad ekstraheerimise protsessi.

Ekstraheeritava aine ettevalmistamisel on oluline tähelepanu pöörata niiskussisaldusele, sest liiga suur vee sisaldus võib põhjustada sõela ummistust (inglise k. *restrictor clogging*) või halvendada saadava fraktsiooni kvaliteeti (Lang, Wai 2001: 775). Just seetõttu on oluline vaarikamahla pressimisjäägi või vaarikaseemnete eelnev kuivatamine. Ekstraheeritava aine osakeste suurus määrab ülekriitilise süsihappegaasi ekstraktori ajalise kestuse, liiga suured osakesed venitavad protsessi pikale (*Ibid.*: 776). Pressitava toorme jahvatamine võib kiirendada ekstraheerimist ja suurendada efektiivsust (*Ibid.*: 776). Protsessi pikendamine aitab saada suuremat saagist, sest üldiselt on viimased õliosakesed üsna raskesti kättesaadavad. Nende eraldamine võib nõuda 10 korda rohkem ressursi kui esimese 50% õlisaagise ekstraheerimine (*Ibid.*: 776). Seetõttu ei ole ökoloogiliselt ega majanduslikult kasulik ekstraheerimise pikendamine suurema saagise saamiseks, sest viimaste osakeste eraldamine nõuab rohkem energiat ja ressursi, st suurenevad tootmiskulud, kuid saagise lisa ehk kasu lisanduvast õli kogusest ei suurene oluliselt sellest.

Kryževičiūtė *et al.* (2016: 66-67) koostasid mudeli leidmaks kõige sobilikumat temperatuuri, rõhu ja ajalise kestvuse kooslust vaarikaseemneõli ekstraheerimiseks. Koostatud mudeli kohaselt oleks kõige parem vaarikaseemneõli saagis siis, kui rõhk = 45 MPa, temperatuur = 49,22°C ja ekstraheerimise kestvus 110,27 minutit. Autorite tehtud katses oli aga kõige parem saagis siis, kui rõhk = 45 MPa, temperatuur = 60°C ja ekstraheerimise kestvus 120 minutit. ÜSE protsessi käigus eraldatakse seemnetest lisaks õlile veel teisigi rasvaineid ja vett, mistõttu vajab ekstraheeritud õli hilisemat puhastamist ja filtreerimist (Bleive).

Ülekriitilise süsihappegaasi ekstraktori üheks suureks miinuseks on suur alginvesteering seoses seadmete soetamisega. Tööstuslike seadmete hinnad algavad alates 0,5 miljonist

eurost (Bleive). Masina väärtust mõjutavad nt kõrgesurveanumate suurused, maksimaalne võimalik rõhk ja temperatuur, CO₂ läbilaske võime, automaatne või manuaalne süsteem (Apeks Supercritical, Misheloff). Antud asjaolu mõjutab oluliselt ka saadava õli tootmisomahinda püsikulude näol, mistõttu võib toodangu müügihind kujuneda kõrgemaks kui tarbijad on valmis selle toote eest maksma.

Ehkki tegemist on vähetuntud õli ekstraheerimise meetodiga, omab ÜSE mitmeid eeliseid traditsioonilisema kruvipressimise ees. Eriti suureks eeliseks on võimekus õli seemnetest eraldada madalamatel temperatuuridel, sel viisil ei kahjustu õli kvaliteedinäitajad ja lisaks on õli saagis suurem võrreldes kruvipressiga. Õli suurem saagis pressimise lõpul võib olla eksitav, kuna hilisem õlist ebasobiva fraktsiooni eraldamine vähendab valmis puhta õli kaalu, seega väheneb ka õli saagis.

1.6. Vaarikaseemneõli omadused ja kasutusvõimalused

Vaarikaseemneõli tootmine on üsna väiksemahuline võrreldes nt rapsiõli või oliiviõli tootmisega, mistõttu katsetusi ning nende tulemuste kohta materjale on samuti vähe leida. Kirjandusallikate alusel on autor koondanud võrreldavad andmed vaarikaseemneõli pressimise viisi ja õli omaduste kohta konkreetsel pressimistehnoloogia korral tabelisse 1.

Vaarikaseemneõli peituv kõrge tokoferoolide tase ja nende kvaliteet on oluline, sest selles peitub vitamiin E (Oomah *et al.* 2000: 191). Oomah *et al.* (2000: 191) tehtud katsetes tuleb aga välja, et vaarikaseemneõlis sisalduv tokoferoolide tase varieerub sõltuvalt õli pressimismeetodist. Kui 100 grammi külmpressitud õli sisaldab 58,4 mg E-vitamiini, siis lahustamismeetodit (PLE heksaan) kasutades on E-vitamiini sisaldus peaaegu kahekordne, 97,8mg/100g õlis. Seega on väga oluline valida vastavalt õli kasutusmeetodist ka pressimismeetod. Seda eriti siis, kui toote ühe lisandväärtusena soovitakse välja tuua suurem E-vitamiini sisaldus.

Vaarikaseemneõli tuleb hoiustada külmas ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) ja pimedas kohas, selleks et vältida peroksiidide sisalduse suurenemist õlis (Kryževičiūtė *et al.* 2016: 67). Peroksiidide arv on toiduõli üks tähtsamaid kvaliteedi näitajaid, mida suurem on peroksiidide arv, seda vanem on õli või on seda hoitud ebasobivates tingimustes (Abiks põllumajandus... 2013:

24). Soovituslik peroksiid arv on alla 10 meq/kg (Oomah *et al.* 2000: 190). Kui värskelt pressitud vaarikaseemneõli peroksiid arv on $0,62 \pm 0,04$ meq/kg, siis 50-ne päeva pikkuse hoiustamiskatse tulemusel suurenes peroksiid arv 2,14 meq/kg (Kryževičiūtė *et al.* 2016: 67). Vaarikaseemneõli hoiustamisel toatemperatuuril ja päikesele avatud kohas suurenes peroksiid arv 50-ne päeva jooksul tasemele $8,24 \pm 0,22$ meq/kg (*Ibid.*: 67). Tulenevalt madalast peroksiid arvust ja kõrgest seebistumisväärtusest (võrreldes tavaliste õlitaimedega), sobib vaarikaseemneõli kasutamiseks seepides (Oomah *et al.* 2000: 190).

Tabel 1. Vaarikaseemneõli omadused valitud kirjandusallikate põhjal

Vaarikamahla pressimisjäägi ja õli omadusi näitavad karakteristikud	Kasutatud kirjandus						
	Radočaj <i>et al.</i> 2014: 1018-1019	Kryževičiūtė <i>et al.</i> 2016: 64, 67	Johansson 1997: 301-302	Oomah <i>et al.</i> 2000: 187, 189-190	Dimić <i>et al.</i> 2012: 3-5	Bushman <i>et al.</i> 2004: 7983	Pieszka <i>et al.</i> 2014: 5-6
Ekstraktsiooni-meetod	PLE-heksaan	ÜSE	PLE-heksaan	PLE-heksaan	PLE-heksaan	Külmpress	Kruvipress
Niiskussisaldus ¹ , %	6,06-8,55	-	6,00	13,60	6,08-8,53	-	6,96
1000 seemne kaal, g	1,50-1,60	-	1,80	1,80	1,54-1,64	1,50	-
Õli saagis, %	-	11,37-14,61 ²	23,20	10,70	13,44-14,33	18,70	13,52
Peroksiid arv, mmol/kg	4,82-13,97	0,62 (meq/kg)	-	8,25 (meq/kg)	13,84-13,99	-	8,39 (mq O ₂ /kg)
Kogu tokoferoolide tase õlis, mg/100g	113,91-125,64	-	-	360,00 ³	-	153,00-175,00	301,92

Märkused:

1. Tähis „-“ tähendab, et antud allikas puudub informatsioon vastava näitaja kohta.
2. Tähis „¹“ täpsustab, et niiskussisaldus on toodud kuivatatud pressimisjäägis või seemnetes.
3. Tähis „²“ lisab juurde, et seemne õlisisaldus (%) teistel pressimismeetoditel samas allikas: PLE-heksaan: 13,60-14,80; PLE-metanool: 21,60-25,10.
4. Tähis „³“ lisab juurde, et kogu tokoferoolide tase samas allikas külmpressimisel 198(mg/100g).

Lisaks eelnevale on veel üheks oluliseks seemneõli kvaliteedinäitajaks happearv (%) ehk vabade rasvhapete sisaldus õlis (inglise k. *free fatty acid*) (Šućurović *et al.* 2009: 1136). Happearv näitab kui hästi on seemneid käideldud enne ja pressimisprotsessi ajal (*Ibid.*). Oomah *et al.* (2000: 190) tehtud katses oli happearv 2,7%, Radočaj *et al.* (2014: 1015) katses oli samuti selle lähedale, 2,66%. Need on aga suuremad kui lubatud 2,0%, mida väiksem on antud näitaja, seda parem on õli kvaliteet (Šućurović *et al.* 2009: 1136).

Oomah *et al.* (2000: 189) poolt sooritatud katsetest selgus, et kergelt kollakas-oranž vaarikaseemneõli omab võimet blokeerida ultraviolettkiirgust UV-A ja UV-B piirkonnas. Nende tehtud katses selgus, et vaarikaseemneõli UV-B (SPF) kaitsefaktor jääb vahemikku 28-50 ja UV-A (PFA) kaitsefaktor jääb vahemikku 6,75-7,5 (*Ibid.*: 189). Seega on vaarikaseemneõlil potentsiaali kasutamaks seda kui päikesekaitsevahendina. Samuti võib

vaarikaseemneõli kasutada hambapastades, vanniõlides, kreemides (sh habemeajamise järgses või naha ärritusi vältivates kreemides) ja paljudes muudes toodetes (*Ibid.*: 187-188).

Vaarikaseemneõlis sisalduv unikaalne koostis (sh kõrge tokoferoolide tase ja nende kvaliteet), hea säilivusaeg ning veel teisedki füüsikalised-keemilised omadused näitavad õli sobivust nii toiduainete-, farmaatsia- kui kosmeetikatööstuses (Oomah *et al.* 2000: 192; Pieszka *et al.* 2014: 6). Toiduainetööstuses sobib vaarikaseemneõli kasutamiseks nt spetsiifilistes tervist edendavates toiduainetes kuna sisaldab rikkalikult mitmesuguseid bioaktiivseid aineid mis aitavad ennetada ainevahetushäireid (Pieszka *et al.* 2014: 6). Paljude jaoks võib vaarikaseemneõli olla midagi uut ja üllatavat, kuid tegemist on väga häid omadusi sisaldava õliga.

1.7. Kulude olemus ja liigitamine

Raamatupidamise toimkonna juhend 1 (RTJ 2018, §25) seletab mõiste „kulud“ lahti kui: „majandusliku kasu vähenemise aruandeperioodil vara vähenemise, ammendumise või amortisatsioonina või kohustiste tekkimisena, mille tulemusena omakapital väheneb, v.a omakapitali arvel omanikele tehtud väljamaksed“. Seega on kulud miski, mille tagajärjel vähenevad rahalised vahendid.

Kulude vastandpooleks on tulud, mille korral majanduslik kasu suureneb aruandeperioodil vara lisandumise või suurenemisena või kohustiste vähenemisena (RTJ 1 2018, §24). Tulude suurenedes suurenevad rahalised vahendid. Sellest järeldatuna, mida suuremad on tulud ja mida väiksemad on kulud, seda suurem on saadav kasum (ehk tulude ja kulude vahe (RTJ 1 2018, §31)).

Üldiselt puudub väiketootjatel võimekus muuta turul väljakujunenud valmistoodangu müügihinda. Tootjate võimalus oma kasumit suurendada on kas vähendada kulusid või lisada tootele lisaväärtusi. Kulud aga sõltuvad mitmetest asjaoludest.

Tootmisettevõttes sõltuvad kulud nt seadmete ostu- või rendihinnast, tooraine hinnast, eeltöötamise vajadusest, tööjõuga seotud kuludest, turustamiskuludest, edasise toote töötlemise kuludest. Kuluarvestuses tehakse kindlaks kuluobjektiga seonduvad kulud ning hinnatakse miks ja kui palju kulusid tehakse seoses kindla kuluobjektiga (Karu 2008: 72-73). Antud

töös on kuluobjektiks vaarikaseemneõli ja kasutatakse protsessi kulude arvestamist, ehk tuuakse välja igas tootmisprotsessi etapis tehtavad kulud. Summeerides kõik tehtud kuluobjekti kulutused ühes etapis, saadakse ühe konkreetse etapi kulud (€), jagades saadud kulud kuluobjekti ühikute arvuga, saadakse teada ühiku kulu konkreetses etapis (€/kg) (Sealsamas: 74). Summeerides kõigi etappide kulud, saadakse protsessikulud (€).

Protsessikuluarvestuses võib arvestust kuludele pidada nii partii, protsessi kui ka teenuse, või üksiktoote kohta (Karu 2008: 224). Iga kord kui toode läbib ühe protsessi, lisandub igale tooteühikule ühesugune summa tootmiskulusid (Alver, Alver 2011b: 245). Vaarikamahla pressimisel tekkiva jäägi töötlemisel ja sellest vaarikaseemneõli valmistamisel läbib pressimisjäák ühe protsessi mis hõlmab endas mitmeid etappe. Igas etapis lisandub ühele kilogrammile võrdne summa kulusid.

Kulude liigitamise aluseid on erinevaid ja sõltuvad nii ettevõtte tegevusest. Tänapäeval on kulude liigitamine vajalik selleks, et koguda detailsemat informatsiooni kuludest (Karu 2008: 105). Alver, Alver (2011b: 173) ja Karu (2008: 110) defineerivad otsesed kulud (otsekulud, esmaskulud) kui kulud, mida on võimalik otseselt siduda ühe kindla kuluobjektiga. Vaarikaseemneõli protsessietappides on otsesteks kuludeks näiteks elektrienergia kulu, vee ja kanalisatsioonikulu ja tööjõukulu.

Kaudkulusid selgitavad mitmed autorid aga kui kulusid, millel ei ole otsest seost selle ühe kindla kuluobjektiga ja on põhjendamata kulude otsene seos kuluobjektiga (Alver, Alver 2011a: 524; Karu 2008: 110; Mereste 2003: 348). Kaudsete kulude ülekandmiseks kasutatakse abimenetlusi, nt lisatakse kulusid võrdeliselt materjali- või palgakuludega (EE s. v. kaudsed kulud; Mereste 2003: 348). Alver ja Alver (2011a: 524) toovad täpsemalt välja, et kaudkulude jaotusaluseks võivad olla nt põhimaterjali maksumus, põhitööliste tööaeg ja masintundide arv.

Kulutusi tehakse ettevõttes väga suurtes mahtudes, seetõttu on oluline hinnata kulude olulisust ja teha õigeid valikuid. Vaarikaseemneõli pressimisel ühel või teisel meetodil on mõlemal viisil omad positiivsed ja negatiivsed omadused. Kulude hindamine ja nende võrdlemine kahe erineva meetodi vahel annab ülevaate pressimismeetodite maksumusest ja seeläbi saab eelistada ühte meetodit teisele pressimismeetodile.

2. VAARIKASEEMNEÕLI TOOTMISVÕIMALUSTE KULUDE ANALÜÜS

2.1. Uurimistöö metoodika ja kasutatavad andmed

2.1.1. Uurimistöö metoodika

Bakalaureusetöö empiirilises osas kasutati mitmeid erinevaid meetodeid andmete analüüsimiseks ja kulude arvutamiseks erinevate etappide kaupa. Töös kasutati võrdlevat analüüsimeetodit, teostati dokumendivaatluseid ja mitmeid intervjuusid.

Dokumendivaatluse käigus uuris autor vaarikaseemneõli töötlemistehnoloogia arenduse projekti lõpparuannet ja vahearuanndeid. Viimaseid pole üldsusele kättesaadavaks tehtud, seetõttu kasutab autor pigem lõpparuannet, kuid kuna vahearuannetes olid mõningad etapid täpsemalt kirjeldatud ning andsid autorile vajalikku informatsiooni, kasutas autor ka seal kajastatavat informatsiooni.

Dokumendivaatlus teostati elektrooniliste allikate alusel, sh uuriti 2018. aasta elektrienergia hinda, vee ja kanalisatsiooni maksumust, Eesti statistikaameti andmebaasi kogutud andmeid. Lisaks uuris autor õli pressimise teenust pakkuvate ettevõtjate kohta informatsiooni nende veebilehtedelt.

Potentsiaalsete teenuse pakkujatega võttis autor ühendust elektronposti vahendusel. Vajadusel täpsustati küsimusi telefoniintervjuu teel. Ettevõtjad olid igati koostöövalmis ning vastasid tekkinud küsimustele nende teadmiste ja kogemuste piires.

2.1.2. Võrdleva analüüsimeetodi tutvustus

Kruvipressimine ja ülekriitiline süsihappegaasiga ekstraheerimine on teineteisest väga erinevad meetodid õli eraldamiseks. Seetõttu on oluline leida alused nende meetodite omavaheliseks võrdlemiseks.

Võrdlev analüüsimeetod on üks võimalikest kvantitatiivsetest uurimismeetoditest mida uurimistöodes kasutatakse. Selle meetodi puhul hinnatakse objektide või nähtuste vahelisi sarnasusi ja erinevusi ning seeläbi tehakse järeldusi (McMillian, Weyers 2011: 381; Õunapuu 2014: 60). Kasutatava kahe erineva pressimismeetodi puhul on vaarikaseemneõli pressimine toimunud ja teada on andmed erinevatel pressimismeetoditel. Seega edasise töö puhul on tegemist tagantjärele uurimisega (Õunapuu 2014: 60), sest vaadeldakse seda mis on toimunud ning võrreldakse omavahel pressimismeetodite tulemusi.

Käesoleva bakalaureusetöö raames on võrdleva analüüsimeetodi eesmärgiks võrrelda kahe vaarikaseemneõli pressimismeetodi (s.o kruvipressimise meetodi ja ülekriitilise süsihappegaasiga ekstraheerimise meetodi) kulusid. Võrdleva analüüsimeetodi rakendamiseks on vaja esmalt teha andmed omavahel võrreldavaks (ehk viia need samadesse ühikutesse), misjärel on võimalik neid omavahel võrrelda. Saadud õlitootmise tulemusandmetele antakse hinnang saadud kulude alusel.

Võrdleva analüüsi puhul võib andmeid võrrelda nii vertikaalselt kui ka horisontaalselt (McMillian, Weyers 2011: 263). Vertikaalse võrdluse korral võrreldakse korraga ühte konkreetset näitajat mõlemal pressimismeetodil ning lõpus antakse lõpphinnang. Horisontaalse võrdluse korral tuuakse esiteks välja kõigi näitajate positiivsed ja negatiivsed omadused ühe pressimismeetodi korral, siis analüüsitakse teise pressimismeetodi kõiki näitajaid. Viimaks antakse lõpphinnang olulisemate erinevuste ja sarnasuste kohta (*Ibid.*: 263). Siinkohal kasutab autor töös vertikaalset võrdlevat analüüsi. Autori arvates annab see parema ülevaate iga etapi kohta erinevate pressimismeetodite puhul ning muudab selle lihtsamini võrreldavaks.

2.1.3. Uurimistöö andmete allikas

Uurimistöö põhineb teistele andmetele, mis on saadud Polli aiandusuuringute keskuses läbi viidud uuringu tulemustest. Alates 2017. aastast käivitati projekt „Vaarikaseemneõli töötlemistehnoloogia arendus“ (projektiperiood 01.02.2017 – 31.01.2018) mille koordinaatoriks oli FIE Raivo Teder ja tehnoloogia arenduse partneriks oli EMÜ PKI Polli aiandusuuringute keskus.

Polli aiandusuuringute keskus on asutatud 1945.aastal, Eesti Maaülikooli koosseisu kuulub see alates 1995.aastast (EE 2011 s. v. EMÜ PKI Polli aiandusuuringute keskus). Keskuse ühed peamised uurimistöö suunad on: 1) puuvilja- ja marjakultuuride kasvatustehnoloogiate, taimekaitse ja maheviljeluse alane teadustöö, 2) uute sortide sissetoomine ja katsetamine nende sobivuses Eesti oludes ning 3) Eestis aretatud puuvilja- ja marjasortide geenivaramu säilitamine, uurimine ja kasutamine aretuses (Polli aiandusuuringute keskus).

Kokku on aretatud Pollis üle 90 puuvilja- ja marjasordi (EE 2011 s. v. EMÜ PKI Polli aiandusuuringute keskus, Polli aiandusuuringute keskus). Nende hulka kuuluvad näiteks õuna-, pirni-, ploomi- ja kirsipuud, maasika, vaarika ja karusmarjasordid, punase, valge ja musta sõstra sordid (Sealsamas). Lisaks puuviljade ja marjade kasvatamisele, tegeletakse teiste seas saaduste töötlemise ja tootearenduse ning koostöö tugevdamisega ettevõtjatega (Polli aiandusuuringute keskus).

Kõige uuema tehnoloogiaga varustatud tootearenduskeskus Viljandimaal Pollis koos mugavama katseköögiga on kasutamiseks avatud ka väikeettevõtjatele. Lisaks sellele on võimalik kohapeal osta erinevaid teenuseid pooltööstuslikes mahtudes. Nii nt on võimalus klaaritamata puuviljamahla valmistada kuni 1000 l/päevas, süsihappegaasiga rikastatud mahla jooki on võimalik toota kuni 200 l/tunnis (Polli aiandusuuringute keskus). Samuti saab valmistada kuni 400 kg/tunnis marja- ja puuviljapüreesid ja seemneõlisid 8-10 kg/tunnis (Sealsamas).

Polli aiandusuuringute keskuses tehtud uuringud on aluseks paljudele üliõpilastöödele ja teadustöödele. Sellest tulenevalt on usaldusväärne kasutada nende uuringu põhjal tehtud tulemusi bakalaureusetöös. FIE Raivo Teder on tegelenud vaarikakasvatusega alates aastast 1996 ja hetkel kasvatab vaarikaid kahel hektaril, 90 protsendi ulatuses kasvab talus Novokitaivska vaarikasort (Tedre talu). Tegemist on marjakasvatases pikaajalisi kogemusi omava ettevõtjaga.

2016. aastal korjati FIE Raivo Teder tootmisistandikust vaarikaid. Ebasoodsa kevade tõttu jäi mitte müüdavat marjasaaki tavalisest rohkem järgi – vaarikad, mis olid üle valminud või vigastada saanud. Nendest marjadest valmistas ettevõtja mahla. Kuna vaarikate mahla pressimisest järgi jäänud jääk tundus ettevõtja jaoks liialt väärtuslik, et see lihtsalt minema visata, asuti uurima võimalusi, kuidas vaarikamahla pressimisjääki tõhusalt ära kasutada ehk väärindada.

2.1.4. Kulude arvutamise alused

Kulude kalkuleerimise puhul on sisendite hindade (nt elektrienergia, vee ja kanalisatsiooni, tööjõukulud) leidmisel kasutatud andmeid Eesti statistika andmebaasist ning lisaks Elektrihinna ja Tartu Veevärgi veebilehelt.

Materjalikulude arvutamise aluseks ühikukulude leidmisel kasutas autor dokumendivaatlust. Andmed saadi vaarikaseemneõli töötlemistehnoloogia arenduse projekti aruannetest kui ka suheldes katseid läbiviinud isiku Uko Bleivega. Näiteks saadi eksperdilt informatsiooni kasutatud seadmete võimsuse ja tootlikkuse kohta, täpsustati üle ka ajaline kulu iga etapi kohta.

Autor leiab, et kuna vaarikamahla pressimisjääki Eesti oludes eeldatavalt ei teki väga palju, pole ka mõistlik igal väiksel tootjal hakata soetama oma suuri ja kalleid seadmeid. Ainuüksi seadme amortisatsioonikulud kujunevad suureks, see aga võib tõsta vaarikaseemneõli tootmisomahinna kõrgemaks kui turuhind. Lisaks sellele, kui turul on olemas teenuse pakkujaid õliseemnetest õli pressimiseks, on autori seisukohalt mõistlik kasutada ära teenuse ostmise mugavust. Seeläbi väheneb ettevõtja jaoks lisavaev, mis tuleneb seadmete soetamise ja hooldamisega.

Vaarikaseemneõli pressimine on enamuse Eesti marjatootjate jaoks uus tehnoloogia, seega pole turul veel pakkuda konkreetset hinda selle ekstraheerimiseks.

Õli pressimise jaoks võttis autor ühendust Raismikuoja talu peremehega Märtin Rõõmusaarega (Raismikuoja OÜ). Kuna peremees oli varasemalt kokku puutunud vaarikaseemneõli pressimisega (vaarikaseemneõli töötlemistehnoloogia projekti ajal teostati katsetus Raismikuoja kruvipressil), oli ta valmis osutama teenust väiksemate koguste (50-100 kg) pressimiseks. Rõõmusaare sõnul on ühe kilogrammi teenuse hinna kalkuleerimine vaarikaseemneõli puhul üsna keeruline, kuna pressimisprotsess vajab pidevat järelevalvet. See aga omakorda tähendab suuremaid tööjõukulusid pressimisel.

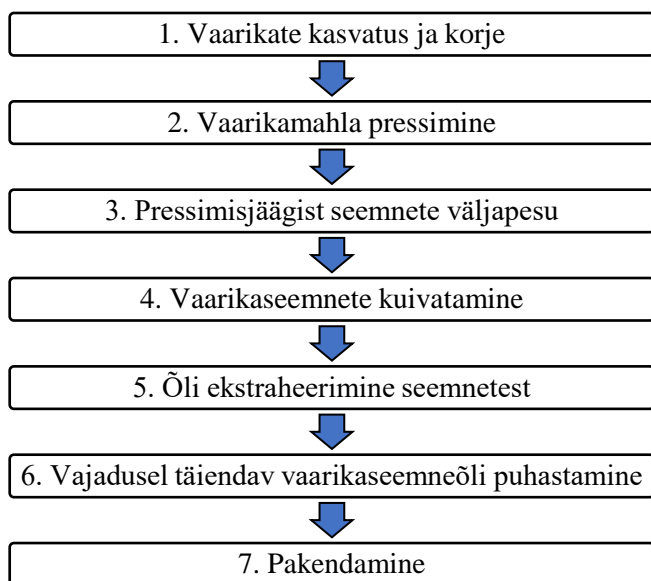
Ülekriitilise süsihappegaasiga ekstraheerimise teenuse hinnad saadi U. Bleivelt. Projekti käigus suhtlesid Polli aiandusuuringute keskuse eksperdid Poola New Chemical Syntheses (INS) instituudiga (New chemical...), kellega tehakse koostööd. Poolas asuv instituut on valmis seemneõli ekstraheerimist pakkuma teenusena. Lisaks sellele kirjutas autor elektronposti vahendusel Soomes, Saksamaal ja Tšehhis asuvatele ettevõtjatele, kes autori

seisukohalt on suuremad, kvaliteetsed ja pikaajalisi kogemusi omavad ÜSE teenuse pakkujad.

Soomes tegutseb ettevõtte Arctic Omega Tehnology ehk lühidalt Aromtech'is (Aromtech), ja Saksamaal NATECO₂-s mis tegutseb väga aktiivselt üle kriitilisel süsihappegaasi ekstraktoril eraldatud õli reklaamimisega (NATECO₂). Nemad tunnevad väga huvi vaarikaseemneõli ekstraheerimise vastu ja on valmis katsetama 100g kogusega, et pakkuda teenuse hinda. Veel osutab teenust ka Tšehhis FLAVEKO Trade ettevõtte, mis tegutsenud ÜSE alal alates 1993.aastast (FLAVEKO). Viimasega autor kahjuks bakalaureusetöö esitamise ajaks kontakti ei saanud.

2.1.5 Tootmismeetodite võrdlevaks analüüsiks kasutatavate andmete iseloomustus

Kahe erineva tootmismeetodi hindamisel on paljud etapid samad, erinevus tekib alates hetkest, mil vaarikaseemnetest alustatakse õli ekstraheerimist. Kuna bakalaureusetöö maht on üsna väike antud teema põhjalikumaks analüüsimiseks, vaadeldakse vaarikaseemneõli tootmist alates sellest hetkest, kui mahl on pressitud ning saadud on vaarikamahla pressimisjääk, kuni selle hetkeni, kuniks saadakse puhas vaarikaseemneõli, mis on valmis pakendamiseks. Seda ilmestab autori poolt koostatud joonis 2.



Joonis 2. Vaarikatest vaarikaseemneõli valmimise etapid.

Joonisel 2 on toodud ülevaatlik skeem vaarikaseemneõli valmimise etappidest. Töö käigus ei vaadelda lähemalt etappe 1 ja 2, st ei käsitleta vaarikate kasvatuse ja korjega seotud küsimusi ega vaarikamahla pressimisega seonduvaid asjaolusid. Lisaks sellele ei vaadelda pakendamise kulusid ehk etappi 7.

Esimesena vaadeldakse töö käigus etappi 3, s.o etapp, kus toimub seemnete väljapesu vaarika mahla valmistamisel tekkivast pressimisjäägist. Õli tootmiseks on esmalt vajalik puhastada välja mahla pressimise jäägist seemned ning see on vajalik ükskõik millist ekstraheerimise meetodit kasutades. Seejärel teostatakse ajamahukas seemnete kuivatamine (etapp 4).

Töös võetakse aluseks keskmine vaarika saak ühe hektari kohta Eestis aastatel 2007-2016. Statistikaameti andmetel oli sel perioodil vaarika keskmine saagikus 880 kilogrammi ühe kandeealise istandiku hektari kohta (PM060). Tabelis 2 on välja toodud nelja aasta vaarika kasvupindala ja saagikus, mis annab samas ka ülevaate vaarikakasvatuse suurusest ja mahust Eestis.

Tabel 2. Vaarika kogupindala (hektarites), kogusaak (tonnides) ja vaarika saagikus (kilogrammi kandeealise istandiku hektari kohta) Eestis aastatel 2007-2016 (PM060)

Näitajad	2007	2010	2013	2016
Kogupind, ha	210	266	289	250
Kogusaak, t	210	282	147	176
Saagikus, kg/ha	1066	1085	565	798

Tööjõukulude maksumus leitakse keskmiste tööjõukulude põhjal põllumajandussektoris. 2017. aasta keskmised tööjõukulud kuus antud sektoris olid 1 424 € töötaja kohta, milles arvesse võetud tasud on kajastatud lisas 4 (PA5211). Selle alusel saab arvutada ühe tunni keskmised tööjõukulud, mis oleksid 1 424 €/kuus jagatud keskmiselt 168 töötunniga kuus = 8,48 € tunnis töötaja kohta.

Seemnete väljapesu teostamisel tuleb teada kulude arvestamiseks seemnete hulka pressimisjäägis. Teoreetilistest allikatest kogutud informatsiooni põhjal sisaldab vaarikamahla pressimisjääk keskmiselt 50-90% seemneid. See aga on väga üldine informatsioon ning sõltub väga paljudest erinevatest asjaoludest (nt vaarika sordist, mahla pressimise meetodist). Polli aiandusuuringute keskuses läbi viidud uuringu põhjal sisaldas FIE Raivo Tedre vaarikamahla pressimisjääk 58-65% märga seemnemassi (Tedre talu).

Autori poolt tehtavates arvutustes võetakse arvesse, et seemnete kogus vaarikamahla pressimisjäägis on 65%.

Seemnete väljapesuks mahla pressimise jäägist kasutati vaarikaseemneõli töötlemistehnoloogia arenduse projektis RobotCoupe C200 püreestajat. Siinkohal teeb autor eelduse, et ettevõtja, kes soovib vaarikaseemneõli tootma hakata, omab sarnase tööpõhimõttega seadet ega osta seemnete väljapesu teenusena. Sellisel juhul võetakse kulude leidmisel arvesse veekulud pressimisjäägi puhastamiseks, elektrienergia kulud, tööjõukulud ja lisatakse nendele kuludele 10% kõigi muude kulude (seadme amortisatsioon, üldkulud ja kõik muud kulud, mis pole eraldi välja toodud) katteks. Muude kulude leidmiseks korrutatakse eelnevalt leitud kulude summa 0,1 ehk 10 protsendiga. Kalkulatsioonides võetakse kulude leidmisel aluseks Polli aiandusuuringute keskuse katse tulemused.

Seemnete kuivatamiseks (etapp 4) võidakse kasutada kas spetsiaalset seadet või tootjatele rohkem kättesaadavat vahendit (nt põrandaküttega põrandal kuivatades). Viimase puhul on kõige suurem ajakulu seotud igapäevase seemnemassi segamisega mis tähendab suuremaid tööjõukulusid. Põrandal kuivatades võtab seemnete niiskuse vähenemine õigele tasemele aega umbes 12 päeva (Tedre talu). Soovituslik seemnete niiskussisaldus on 8-9% (Sealsamas). Kuivatamisel arvutatakse tööjõukulud ja 10% kõigi muude kulude katteks sarnaselt etapis 3 teostatavale arvutusmeetodile (nt põrandakütte energiakulu, üldkulud ja kõik muud kulud, mis pole eraldi välja toodud). Kalkulatsioonides võetakse aluseks Polli aiandusuuringute keskuse katse tulemused, kus kasutati seemnete kuivatamiseks esimesel päeval põrandaküttega põrandat koos paberalusega ja hiljem kuivatati seemneid hea üldventilatsiooniga ruumis (Tedre talu).

Kahel erineval ekstraheerimismeetodil on õli saagis teineteisest erinev. Vaarikaseemneõli töötlemistehnoloogia katsetuste ajal saadi kruvipressil õli saagiseks 12 kuni 13 protsenti. Pieszka *et al.* (2014: 5) said kruvipressil saagiseks 13,52%, seega võib sellist vahemikku lugeda tavapäraseks saagiseks kruvipressil. Ülekriitilist süsihappegaasi ekstraheerimise meetodit kasutades saadi töötlemistehnoloogia katsetuste ajal õli saagiseks 17 kuni 20 protsenti (Tedre talu), mis on suurem kui kirjandusallikas toodud (tabel 1). Kuna aga ÜSE meetodit kasutades sisaldab õli suures koguses vett ja teisi rasvaineid, vajab see puhastamiseks täiendavat töötlemist (Sealsamas).

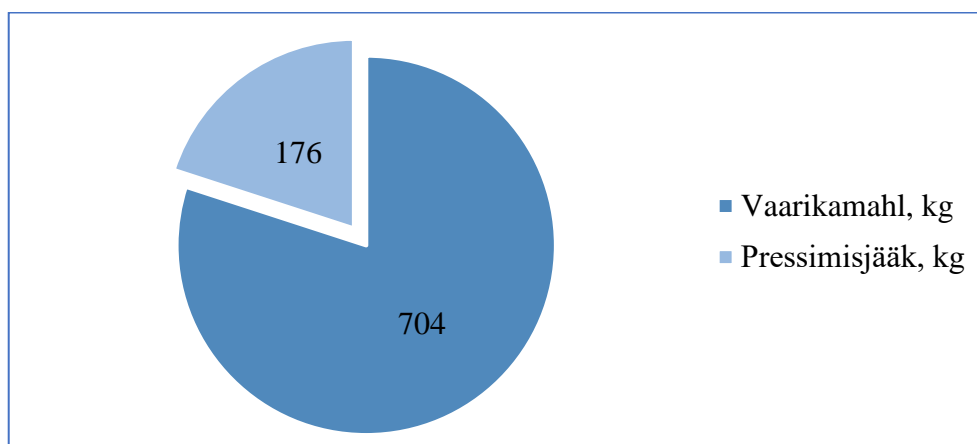
Vaarikaseemneõli kahe erineva tootmismeetodi võrdluse teostamiseks kasutab autor Microsoft Excel programmi, mille kaasabil teostati arvutused. Tulemuste esitlemiseks koostati tabelid ja joonised kirjeldamaks kulusid erinevatel etappidel.

2.2. Vaarikaseemneõli pressimiskulud teenuse kasutamisel

2.2.1. Vaarikaseemnete eelnev töötlemine õli pressimiseks

Järgnevalt käsitletakse lähemalt iga etappi, mis on vajalikud teostada enne, kui vaarikaseemnetest saab pressida õli. Arvutustes tuuakse välja kogused, mis jäävad iga etapi lõpuks järele ning kalkuleeritakse igas etapis tehtavad kulud.

Vaarika saak ühe hektari kohta on keskmiselt 880 kilogrammi (PM060). Kuna üksikute aastate lõikes on Eesti vaarikakasvatajate marja saagise jagunemine lauamarjaks, moosiks, mahlaks või mõneks muuks tooteks, väga erinev, on arvutustes tehtud eeldus, et kogu hektari saagist pressitakse mahla. Kui kogu ühe hektari keskmisest saagisest pressida mahla, jääb teoreetiliselt järgi pressimisjäätina 20% (Rohm *et al.* 2015: 693) ehk 176 kilogrammi vaarikamahla pressimisjäätiki (joonis 3).



Joonis 3. Vaarikamahla ja vaarikamahla pressimisjäätiki jaotumine.

Ühe kilogrammi vaarikamahla pressimisjäätiki puhastamiseks kulub keskmiselt 7 liitrit vett (Tedre talu). Kindlasti ei tasuks veega kokku hoida ning pigem kasutada seda rohkem kui

vähem. 176 kilogrammi puhastamiseks kulub 1 232 liitrit vett, vesi ja kanalisatsioon maksab 08.05.2018 seisuga Tartus 2,04 €/m³ (Tartu Veevärk).

Vaarikaseemneõli töötlemistehnoloogia projektis (Tedre talu) kasutati RobotCoupe C200 (1,5 kWh) seadet, mille töötlemisvõimsus on 125 kilogrammi pressimisjääki tunnis, st et 176 kg puhastamiseks kulub 2,53 kWh energiat, mille kulud kokku on 0,13 €. 08.05.2018 teostatud hinnavaatluse alusel on elektrienergia keskmine hind 0,05 €/kWh (Elektrihind).

Kogu puhastamisprotsess RobotCoupe C200 püreestajal võtab aega umbes 1,5 tundi 176 kilogrammi pressimisjäägi puhastamiseks. Tööjõukulude arvestamisel tuleb tähelepanu pöörata ka sellele, et püreestamise seadme kasutamisel tuleb masin eelnevalt valmis seada kui ka hiljem puhastada. Selleks võetakse kalkulatsioonis arvesse kokku 2 tundi 176 kilogrammi pressimisjäägi puhastamiseks, mille hulka kuulub vahepealne tööprotsessi jälgimine kui ka seadme eelnev valmisseadmine ja hilisem puhastamine.

Etapikulud kokku 176-st kilogrammist vaarikamahla pressimisjäägist seemnete väljapesuks on 21,56 €, seda eeldusel kui ettevõtjal on endal olemas seadmed seemnete väljapesemiseks (tabel 3). Ühe kilogrammi pressimisjäägi puhastamise kulud oleksid sel juhul 0,123 €. Peale seemnete väljapesu jääb märga seemnemassi alles 114,4 kg. 61,6 kg moodustavad vaarikamarja viljaliha, kestad ja rootsud, mis võivad olla pressimisjääki alles jäänud.

Tabel 3. Etapikulud (€) (joonise 2 alusel etapp 3) seemnete väljapesul 176 kg puhastamiseks

Kululiigid	Kulud naturaälühikutes	Kulud rahalises väärtuses
Vesi ja kanalisatsioon	1232 liitrit	2,51 €
Energia	2,53 kWh	0,13 €
Tööjõud	2 tund	16,96 €
Muud kulud väljapesul	10 %	1,96 €
Seemnete väljapesu etapi kulud kokku:		21,56 €

Peale seemnete väljapesu toimub järgmine aeganõudev etapp – seemnete kuivatamine. Kui ettevõtjal puuduvad vastavad seadmed seemnete kuivatamiseks, võib kuivatamist teostada paljudel kodus oleval põrandaküttel ja hea ventilatsiooniga ruumis. Sellist lahendust kasutati ka vaarikaseemneõli töötlemistehnoloogia projektis, kus kulus kaksteist päeva seemnete kuivatamiseks niiskussisalduseni 6,2% (Tedre talu).

Kuna kuivatamine kodustes tingimustes on spetsiifiline igas majapidamises, arvestatakse kalkulatsioonis, et kuivamisprotsess niiskussisalduseni 8-9 protsenti võtab keskmiselt aega

10 päeva. Selle aja jooksul segatakse vaarikaseemneid kaks korda päevas. 114,4 kg seemnete segamine võib aega võtta umbes 15 minutit päevas ühel korral. Kokku kulub seemnete segamiseks kümne päeva jooksul 30 minutit/päevas korda 10 päeva = 300 minutit ehk 5 tundi. Tööjõukulud selle juures oleks 42,40 €.

Kuivamisprotsessi muudeks kuludeks arvestatakse 10%. Seemnete kuivatamisprotsessi muud kulud oleksid 4,24 €. Kokku kulub 114,4 kg vaarikaseemnete kuivatamiseks 46,64 €, juhul kui kuivatatakse kodustes tingimustes ega soetada spetsiaalseid kuivatamisseadmeid.

Tihti võidakse tähelepanuta jätta asjaolu, et seemnete kuivatamine toob endaga kaasa ka seemnete kogukaalu vähenemise. Polli aiandusuuringute keskuses tehtud katses jäi pärast kuivatamist kuiva seemnemassi järele 58% väljapestud seemnete kaalust (Tedre talu). Seega 114,4-st kilogrammist väljapestud märjast seemnemassist jääb kuivatatud seemnetena alles kõigest 66,35 kilogrammi kuivatatud ja ekstraheerimiseks valmis seemneid. Ülekriitilise süsihappegaasi ekstraktiooni kasutamisel on soovituslik seemned purustada (Bleive), kuid siinkohal teeb autor eelduse, et ÜSE teenuse pakkujad teevad seda vajadusel ise, sest ükski teenuse pakkuja ei toonud selle vajadust eraldi välja.

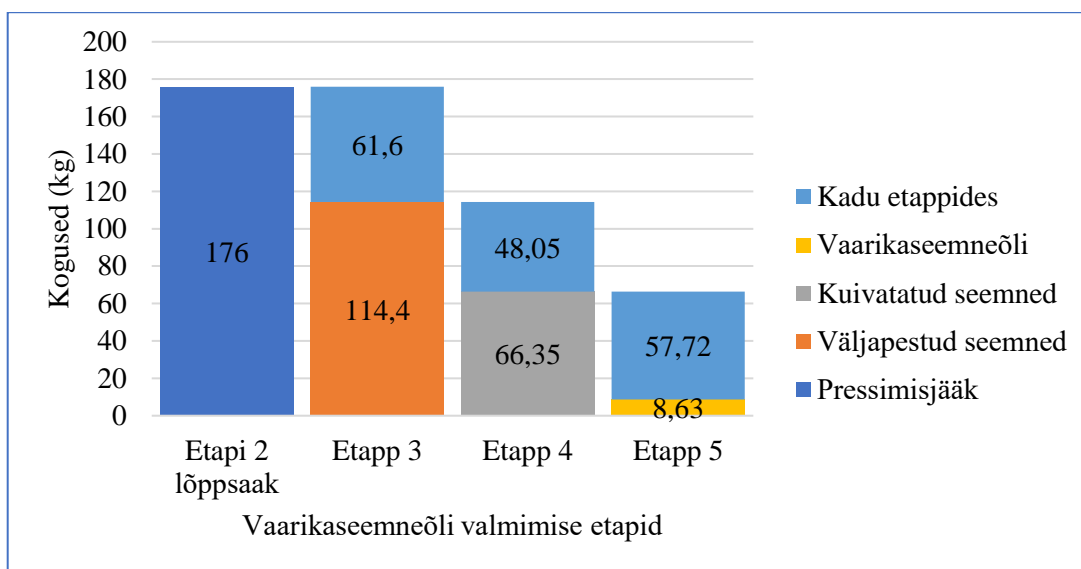
Vaarikaseemneõli valmistamiseks ettevalmistus etappide kulud kokku on 68,20 €. Protsessidesse viidi esialgu 176 kilogrammi vaarikamahla pressimisel tekkivat jääki. Ettevalmistus etappide järel jäi sellest järele 66,35 kg puhastatud ja kuivatatud vaarikaseemet, mis moodustab esialgsest etappidesse viidud kogusest 37,7%. Ettevalmistamise kulud ühe kilogrammi kuivatatud vaarikaseemne kohta on 1,028 €.

2.2.2. Teenuse ostmine kruvipressil ja seemneõli puhastamine

Viienda etapina teostatakse vaarikaseemnetest õli eraldamine. Õli pressimine kruvipressil on rohkem kättesaadavam Eestis kui teine variant, milleks on õli eraldamine ülekriitilisel süsihappegaasi ekstraktoril. Eestis on autorile teadaolevalt vaid üks ÜSE seade Polli aiandusuuringute keskuses. Tegemist on pilootseadmega, ehk tootmismaht on väga väike, mistõttu kujunevad ka seal teenuse hinnad väga kõrgeks.

Raismikuoja peremehe sõnul võib teenuse hinnaks teoreetiliselt kujuneda 1,20 €/kg kohta ehkki tulevikus võib pigem teenuse hinna aluseks kujuneda tööaeg tundides. Kuivatatud

vaarikaseemnetest õli tootmise tunnitootlikkus (kg/h) Raismikuoja õlipressil on keskel läbi 17 kilogrammi. Vaarikaseemneõli projekti katsetuste ajal saadi Raismikuoja talus õli saagiseks 13,23%. Kui arvestada õli saagiseks 13%, on 66,35-st kilogrammist eralduv õli kogus 8,63 kg (joonis 4).



Joonis 4. Vaarikaseemneõli valmistamise etappides tekkiv kasutatav osa (kg) ja tekkiv kadu (kg).

Autor võttis ühendust ka teiste ettevõtjatega, kes 2018. aastal osutavad teenust levinumatest õlitaimedest õli pressimisega. Ettevõtjate puuduv kogemus vaarikaseemneõli pressimise puhul polnud autori jaoks üllatav. See aga tähendab omakorda seda, et ettevõtjad ei saa välja tuua vaarikaseemneõli pressimise teenuse hinda konkreetse koguse juures. Lisaks sellele ei saa olla kindel, et iga pressiomaniku seade on sobiv vaarikaseemneõli pressimiseks, kõigepealt vajaksid ettevõtjad näidiseksplari (50 kg kuivatatud seemneid), et katsetada seadme tootlikkust ja sobivust vaarikaõli pressimiseks.

880 kilogrammist vaarikatest alles jäänud 66,35 kilogrammi seemnete pressimise teenuse maksumuseks kujuneks 79,62 € Raismikuoja Osühingus. Kaarli talus on õli pressimise teenustasu 18,00 €/tunnis (Kaarli talu), ning seal kujuneks sama koguse eeldatavaks teenuse hinnaks 95,55 € 66,35 kg seemnete pressimiseks. Kaarli talu õli tootmise tunnitootlikkuse arvutamiseks on autor aluseks võtnud Raismikuoja talu peremehe kogemused. Nimelt võrreldes linaseemnega, suudab nende kruvipress pressida poole vähem vaarikaseemneid tunnis. Ehk kui Kaarli talu pressib tunnis 25 kg linaseemet, siis teoreetiliselt oleks

vaarikasseemneõli pressimise tootlikkus 12,5 kg/tunnis. Mõlema puhul lisandub teenuse hinnale käibemaks.

Selle alusel saab autor teha teoreetilise eelduse, et 66,35 kg vaarikaseemnete pressimise maksumus teenusena ostes kujuneb vahemikku 80-100 €, arvutamisel võetakse arvesse keskmine teenuse maksumus kruvipressiga pressimisel 90 €. Lisaks sellele arvestatakse teenuse maksumusele lisaks 10 protsenti teenuse teoreetilisest hinnast muudeks kuludeks. Need on seotud seemnete saatmisega pressimiskohta ja õli tagasi transpordiga. Sellisel juhul moodustaksid muud kulud kruvipressimise etapis 9,00€.

Järgnevalt on oluline õli puhastamine pärast selle ekstraheerimist. Vaarikaseemneõli puhul on tegemist tundliku õliga, mille peroksiidid võivad kiiresti muutuma hakata kui õli piisavalt kiiresti õhutihedalt ei pakendata (Tedre talu). Seetõttu kasutati kirjandusallikates lämmastikuga pakendamist, et õli kvaliteet võimalikult hästi säiliks (Pieszka *et al.* 2014: 2).

Õli puhastamise eesmärgiks on eemaldada sellesse sattuda võivad tahked osakesed kruvipressimisel. Antud töös saadud seemneõli 8,63 kg kruvipressil on väga väike koguseliselt, et kasutada puhastamiseks tööstuslikke seadmeid.

Kruvipressi puhul on U. Bleive hinnangul kõige otstarbekam kasutada õli koheseks puhastamiseks jämefiltrit. See eraldab õlist tahked osakesed mis võivad sinna sattuda pressimisprotsessi kestel. Seejärel settib õli mahutis 2-3 päeva misjärel eraldatakse selitatud osa. Sel juhul on peamisteks kuludeks jämefilter, anum, tööjõukulu. Kuna selles osas puuduvad andmed, mida autor saaks töös aluseks võtta, on peamine puhastamise etappi eesmärk tuua välja sellega seonduvad eeldatavad kulud ja võimalused või raskused.

Tööstuslike süsteemide kasutamine toob endaga kaasa suured kaod õli koguses, sest kasutatava süsteemi pumpa, filtrisse ja torudesse jääb väga palju õli kinni (Bleive). Seetõttu pole majanduslikult efektiivne spetsiaalsete seadmete kasutamine õli puhastamiseks ehkki Farmet (Farmet) pakub töötlemise lahendust just väikeettevõtjatele. Ühte kompaktsesse komplekti on paigutatud kruvipress, õliseemnete hoiustamiseks mahuti, valmistatud õli selitamiseks plastist anum ja pump õli pumpamiseks läbi filtri tahkete osade eemaldamiseks (Sealsamas).

Polli aiandusuuringute keskuses on eeldatavalt võimalik filtreerida koguseid alates 50 liitrist, tunnihinnaga 21,41 € + käibemaks (Bleive). Kuna puuduvad katsetused selliste õlikoguste

filtreerimiseks, ei saa kindlalt öelda, et seadmed selleks sobilikud on ning kui suures koguses õli suudab seade tunnis puhastada. Vaarikaseemneõli töötlemistehnoloogia arenduse katsetes moodustas kruvipressitud õlis tahke osa proovist 25%. Sellisel juhul jääb puhastatud õli antud arvutuste kohaselt järgi 8,63 kilogrammist 6,47 kilogrammi (tabel 4).

Tabel 4. Vaarikaseemneõli tootmiskulud (joonise 2 alusel etapid 3-6) ostes pressimist teenusena kruvipressil

Etapid	Kulud, €	Kogus etapis, kg	Ühikukulud, €/kg
Seemnete väljapesu	21,56	176,00	0,123
Seemnete kuivatamine	46,64	114,40	0,408
Teenus kruvipressil	99,00	66,35	1,492
Õli puhastamine	16,72	8,63	1,949
Kokku pressitud vaarikaseemneõli	183,92	6,47	28,43

Nagu oli ka eelnevatest ettevalmistus etappidest näha, on ettevalmistusele kuluv osa üsna väike kogu pressitud vaarikaseemneõli kuludest kokku. Seega võib eeldada, et sama kehtib vaarikaseemneõli hilisema puhastamise puhul. Kulud ühe kilogrammi õli puhastamiseks pole niivõrd suured, et need mõjutaksid oluliselt tulemust.

Ettevalmistamisele ja teenuse ostmisele kulus kruvipressimise meetodit kasutades õli ekstraheerimiseks kokku 167,20 €, autor lisab siinkohal 10% puhastamiseks ehk 16,72 €. Seega kokku kulub kruvipressil ühelt hektarilt saadud vaarikamahla pressimisel tekkivast jäägist seemneõli valmistamiseks 183,92 €. Sellest tulenevalt kujuneb ühe kg vaarikaseemneõli hinnaks 28,43 €.

2.2.3. Teenuse ostmine ülekriitilisel süsihappegaasi ekstraktoril ja seemneõli puhastamine

Teiseks uurib autor oma töös võimalikku lahendust vaarikaseemneõli pressimiseks uuemal ja moodsamal meetodil, mille käigus ei kuumutata õli ning vaarikaseemnest saadakse suurem kogus õli.

Poolas paiknev instituut New Chemical Syntheses (INS) pakub teenuse hinnaks 20 liitrise ekstraktsioonimahutiga seadmel 500 eurot ning 40 liitrise ekstraktsioonimahutiga seadmel 600 eurot (Bleive). Sellest tulenevalt, kui osta õlipressimise teenus Poola INS instituudist,

on soovituslik saata korraga nt 80 kg vaarikaseemneid (üks kg võrdne ühe liitriga). Nii kujuneks ühe kilogrammi hind võimalikult madalaks. Kui arvestada õli saagiseks 18%, oleks saadav õli kogus 11,94 kg.

Samuti võetakse ka siinkohal pakendamise ja saatmise kuludena arvestusse 10% ÜSE etapi kuludest, milleks on teenuse maksumus. 80 kg ekstraheerimisel kujuneks õli maksumuseks 91,67 €/kg. Kuna antud töös pressitakse õli 66,35-st kilogrammist seemnetest, ehk ei kasutata ära maksimaalset võimsust ja ekstraheeritakse kaks korda 40 liitriste kogustena, kujuneb vaarikaseemneõli pressimise teenuse hinnaks Poolas 110,55 €/kg vaarikaseemneõli kohta.

Ülekriitilise süsihappegaasiga ekstraheerimise puhul on seemneõli puhastamise eesmärgiks eemaldada õlisse sattunud vesi ja üleliigsed rasvained, mis muudab puhastamisprotsessi keerulisemaks ja aeganõudvamaks võrreldes kruvipressimisega. Vee ja rasvhapete separeerumine seismisel on väga aeglane protsess ning U. Bleive seisukohalt on hilisem eraldusprotsess ajamahukas ja ebaefektiivne. Seda peamiselt seetõttu kuna suur hulk õli läheb kaotsi, sest fraktsioonid ei eraldu üksteisest selgepiirilisel (Bleive). Tema soovitaks puhastamisprotsess viia läbi kiiremini, kasutades tsentrifuugimist või spetsiaalseid separaatoreid.

Õli puhastamine on vajalik ja oluline sel juhul, kui seda soovitakse müüa puhta vaarikaseemneõlina. Kui aga õli kasutada kosmeetikatoodetes, nt kreemides, pole vajalik fraktsiooni eemaldamine (Bleive). Vaarikaseemneõli tehnoloogia arenduse katsetes jäi pärast tsentrifuugimist ülekriitilisel süsihappegaasi ekstraktoril eraldatud õlist järgi puhastatud õli 64%. ÜSE puhul jääb antud juhul järgi pärast 11,64 kg õli tsentrifuugimist 7,64 kg (tabel 5).

Tabel 5. Vaarikaseemneõli tootmiskulud (joonis 2 alusel etapid 3-6) ostes pressimist teenusena ülekriitilisel süsihappegaasi ekstraktoril

Etapid	Kulud, €	Kogus etapis, kg	Ühikukulud, €/kg
Seemnete väljapesu	21,56	176,00	0,123
Seemnete kuivatamine	46,64	114,40	0,408
Teenus ÜSE-l	1320,00	66,35	19,894
Õli puhastamine	138,82	11,94	11,626
Kokku pressitud vaarikaseemneõli	1527,02	7,64	199,87

ÜSE meetodil moodustasid eelnevad töötlemiskulud oluliselt väikse osakaalu võrreldes teenuse hinnaga. Kokku moodustasid eelnevad vaarikaseemne töötlemiskulud ja ÜSE teenuse maksumus 1388,20 eurot. Arvutamisel võtab autor aluseks kümme protsenti tõenäolisteks muudeks kuludeks, mis tehakse 11,94 kg õli puhastamiseks. Vaarikaseemneõli puhastamise antud näiteks oleks 138,82€. Kokku kulub 7,64 kg vaarikaseemneõli valmistamiseks 1527,02€ ehk 199,87 €/kg vaarikaseemneõli kohta.

Kasutades ÜSE meetodil ekstraheeritud õli kosmeetikatoodetes on ühe kg vaarikaseemneõli tootmiskulud 116,26 €. Tootmiskulud ühe ühiku kohta on väiksemad, kuna õli ei puhastata. Seega ei teki kulusid, mis tehakse seoses puhastamisega ning koguseliselt jääb rohkem õli alles.

Aromtech'i Soomes, Tornios olev moodne tööstushoone tegeleb muu hulgas ka selliste õlide tootmisega, mis sobivad kasutamiseks kosmeetikatoodetes (Aromtech). Vaarikaseemneõli on üheks nende tooteks, mida Eestis müüb edasi Bang & Bonsomer Eesti OÜ. Kahjuks on aga nende toomismahud väga suured, seega on antud arvutuste 66,35 kg liiga väike kogus, et seda teenusena Soomest osta. Soomes on võimalus ülekriitilisel süsihappegaasi ekstraktoril õli pressida alates tuhande kilogrammistest kogustest.

2.3. Tulemused ja arutelu

Vaarikamarja kasvatuses annab mahla pressimisel tekkiva pressimisjäägi efektiivne väärindamine ettevõtjate jaoks väga palju juurde. Pressimisjäägi väärindamine, ehk sellele väärtuse lisamine, parandaks väiksemate marjakasvatajate sissetulekut. Seeläbi antaks väärtust millelegi, mida varasemalt ei kasutatud ning lihtsalt minema visati.

Marjakasvatajate konkurentsivõime on madal, eeskätt seetõttu kuna Eesti marjakasvatajad on väiksed ning ei tooda suurtes kogustes, et piisavat toodangut pakkuda. Toodangu edasitöötlemine on üheks võimaluseks, kuidas marjakasvatajad saavad olla majanduslikult edukamad. Mahla valmistamine on olnud üheks sammuks, kuidas ettevõtjad on väärindanud saadud toodangut. Sealt järgmine samm edasi olekski pressimisjäägi väärindamine. Selle kasutamine annab tootja jaoks lisakasumit ning seda mitte ainult vaarika puhul, vaid kõigist puu- ja marjakultuuridest pressitud mahlast tekkiva pressimisjäägi väärindamise korral.

Vaarikaseemneõli jaoks erinevate tootmistehnoloogia kulude arvutamine kujunes autori jaoks oodatust väga erinevaks. Esiteks kujunes vaarikaseemneõli kilogrammi maksumus kruvipressil teenust kasutades oluliselt odavamaks võrreldes ülekriitilise süsihappegaasiga ekstraheerimisega. Autor eeldas, et teenusena ostes on ÜSE-l ekstraheeritud õli tootmiskulud madalamad võrreldes sellega, mis töö käigus selgus. Põhjus sellele eeldusele tulenes sellest, et ÜSE meetodil saadakse suurem kogus õli. Tegelikult oli õli kogus suurem selle võrra, et see sisaldab lisaks õlile veel teisigi mittesobivaid fraktsioone. Need tuleb aga eemaldada ja selle tõttu väheneb ülekriitilise süsihappegaasiga ekstraheerimisel saadud õli kogus 36% võrra.

ÜSE meetodil ekstraheeritud vaarikaseemneõli tootmisomahinda ühe ühiku kohta on võimalik alandada sel viisil, kui õli kasutatakse edasi kosmeetikatoodetes. Õli kasutamisel kosmeetikatoodetes ei vaja see puhastamist, seetõttu ei lisandu puhastamisega seotud kulusid ning säilib suurem kogus vaarikaseemneõli.

Kindlasti tuleb kruvipressimise juures tähelepanu pöörata asjaolule, et tootmiskulude leidmisel on kasutatud pressimist teenusena. Väikese tootmismahu juures on see soovituslikum lahendus autori arvates, vastasel juhul tõstaks oma kruvipressi seadme amortisatsioon, energiakulud ja muud kuluosad vaarikaseemneõli tootmisomahinda.

Väiksemate kruvipresside hinnad algavad kohalikul turul edasimüüjatelt ostes 3 000-st eurost (pluss käibemaks). Selline press suudab pressida 9-12 kg kuivatatud seemneid tunnis, on mõeldud pideva tsükliga tööks ja mootori võimsus jääb vahemikku 1,1 kuni 1,5 kW. (Agrofort)

Sama kehtib ka ülekriitilise süsihappegaasiga ekstraheerimise korral. Selle puhul on seadmete hinnad väga kõrged, mistõttu saaks Eestis autori arvates sellisele lahendusele mõelda vaid sel juhul, kui kogu Eesti tootmine koondada ühte kokku. Nii näiteks võiksid suuremad mahlatootjad koonduda kokku, soetada ühiselt tööstuslikus mõõtmes ÜSE seadme, ning sel viisil ekstraheerida mahlatootjate pressimisjääki ja müüa saadud toodangut Eesti kosmeetikatootjatele. See aga on suur valdkond, mis vajab edasist uurimist.

Bakalaureusetöös pole arvesse võetud õli pressimisele järgnevaid õli pakendamise ja turustamise kulusid. Ka uue toote turule toomine on vägagi keerukas protsess, kus tuleb läbida mitmeid etappe ning testida toote sobivust kohalikul turul. Siinkohal oleks aga autori

seisukoht pigem see, et tulu, mis saadakse pressimisjäägi väärindamise tulemusel, on suurem kui tehtavad kulutused selle saavutamiseks.

Ka keskkonna seisukohalt avaldab pressimisjäägi kasutamine positiivset mõju. Kirjandusallikate põhjal on senimaani pressimisjääge kasutatud kas söödana loomadele või on see viidud mulda. Ehkki autoril puudub informatsioon selle kohta, mida kohalikul tasandil mahla pressimisjääkidega tehakse, võib siiski eeldada, et pigem kasutatakse varianti, kus pressimisjääki ladustatakse kui biolagunevaid jäätmeid ning pressimisjääki ei kuivatata enne ladustamist. Brodowska (2017: 92) hinnangul avaldab selline käitlemine aga negatiivset mõju keskkonnale, kuna nt vaarikamahla pressimisjääk on happeline. Ka see on valdkond, mis vajaks täiendavat uurimist.

Lõpptulemusena andis töö hea ülevaate esmalt vaarikaseemneõli valmistamise etappidest ning teisalt ka kahe erineva tootmistehnoloogia võrdluse kohta. Autori hinnangul ja soovitusel oleks soodsaim lahendus väiksemate koguste puhul kasutada õli pressimist teenusena. Millisel hetkel tasub pressi soetamine ennast ära, seda autor antud töös ei uurinud. Tõenäoliselt oleks pressi soetamine mõistlik siis, kui mitte ei pressita vaid vaarikamahla pressimisjäägist õli, vaid ka teistest õlikultuuride viljadest või marjamahla pressimisjäägist.

KOKKUVÕTE

Vaarikaseemneõli tootmise kulude analüüsi eesmärgiks oli välja selgitada kumb meetod, s.o kruvipressimise meetod või ülekriitilise süsihappegaasiga ekstraheerimise (ÜSE) meetod, on kuludest tulenevalt soodsam lahendus ostes õli pressimist teenusena. Mõlema ekstraheerimise meetodi tulemused olid üllatavad, kuid samas ka eeldatavad.

Esmane töö ülesanne oli välja selgitada vaarikamahla pressimisel tekkiva pressimisjäägi kasutusvõimalused. Antud valdkond on väga lai ning vaarikamahla pressimisjäägi sobib kasutamiseks nii loomasöödana kui ka toiduainetes (s.h. naturaalse värvainena toidus). Pressimisjärgis sisalduvatest seemnetest on aga võimalik eraldada õli, mida kasutatakse peamiselt kõiksugustes kosmeetikatoodetes (nt. puhta õlina, päikesekaitsekreemides, naha ärritusi vältivates kreemides, hambapastades ja isegi seepides).

Kruvipressimise ja ülekriitilise süsihappegaasiga ekstraktsiooni tehnoloogiaid uurides selgus, et mõlema meetodi puhul on väga oluline eelnev pressimisjäägi töötlemine (seemnete väljapesu pressimisjärgist, seemnete kuivatamine) ja hilisem seemneõli puhastamine (filtreerimine, selitamine, tsentrifuugimine).

Töö käigus jõudis autor järelduseni, et kui kruvipressi seadet on võimalik ettevõtjatel omale soetada, kuna selle hind algab 3 000 eurost, siis ülekriitilist süsihappegaasi ekstraktori seadme hinnad on enam kui 150 korda suuremad. Võttes ka arvesse asjaolu, et vaarikamahla tootmiskogused eeldatavasti on Eestis üsna väikesed, leidis autor, et sobivam on töös arvutustel kasutada teenuse hinda mõlema ekstraheerimise meetodi puhul.

Kulude leidmisel kasutati Polli aiandusuuringute keskuses läbiviidud katsete tulemusi. Selle põhjal saadi hea ülevaade eeldatavast vaarikaseemneõli pressimisest tulenevatest kuludest ühe liitri õli kohta (võrdne ühe kilogrammiga). Kuna aluseks pole võetud ühte kindlat tootjat, on arvutuste puhul tehtud mõningaid eeldusi ja kasutatud tõenäolisi situatsioone, millele tasub ettevõtjatel kindlasti tähelepanu pöörata, sest iga tootja jaoks on kulud erinevad, sõltuvalt sellest millised seadmed on tootjatel olemas ning mida oleks vajalik osta teenusena.

Kulukalkulatsioonide aluseks võeti ühe hektari keskmine vaarikasaagis aastatel 2007-2016, selleks oli 880 kg, millest täies mahus pressiti mahla ja eraldus pressimisjääki koguses 176 kilogrammi. Esmane ülesanne pressimisjäägi töötlemisel oli seemnete väljapesu sellest. Antud koguse puhastamiseks kulus 21,56 € ja märga seemnemassi eraldus 114,40 kg. Seemnete väljapesu juures on kõige tähtsamal kohal veekulu millelt ei tohiks kindlasti kokku hoida. Keskmiselt kulub ühe kilogrammi vaarikamahla pressimisjäägi puhastamiseks 7 liitrit vett.

Järgnevalt teostati väljapestud märja seemnemassi kuivatamine. Kuivatamise maksumuseks kujunes 46,64 € ja järele jäi 66,35 kg kuivatatud vaarikaseemneid, mis olid valmis õli pressimiseks. Kuivatamise juures juhib autor tähelepanu niiskussisaldusele seemnetes. Liiga tugev seemnete kuivatamine võib rikkuda nende kvaliteeti. Soovituslik seemnete niiskussisaldus oleks 8-9%. Seemneid võib kuivatada edukalt põrandaküttega ning hästi ventileeritud ruumis. Sellisel juhul on kõige suuremaks kululiigiks tööjõukulud, mis on seotud seemnete pideva segamisega.

Töös selgus, et kui ühe hektari vaarika saagist pressida vaarikamahla, alles jäänud pressimisjäägist valmistada vaarikaseemneõli, saab kruvipressimise meetodit kasutades 6,47 liitrit ja ülekriitilise süsihappegaasiga ekstraheerimist kasutades 7,64 liitrit seemneõli. See aga moodustab kõigest vastavalt 0,74% ja 0,87% saadud hektari keskmisest vaarikamarja saagist. Ostes vaarikaseemneõli pressimist teenusena kruvipressil, kulub ühe liitri vaarikaseemneõli valmistamiseks 28,43 eurot. Kasutades teenusena ÜSE meetodit, kulub ühe liitri seemneõli valmistamiseks 199,87 eurot.

Mahla pressimisjäägi väikeste koguste tihe töötlemine suurendab sellest valmistatava õli tootmiskulusid. Üheks lahenduseks on mahla pressimisjäägi külmutamine. Seeläbi avaneb võimalus hiljem suuremas koguses valmistada pressimisjäägist vaarikaseemneõli.

Autor leiab, et antud töö annab ettevõtjatele hea ülevaate vaarikamahla pressimisjäägi töötlemise etappidest ja nendega seonduvatest kuludest. Pressimisjäägi väärindamine on oluline teema iga mahlatootja jaoks ning sellele otsitakse tänapäeval mitmesuguseid lahendusi. Kindlasti pole õli valmistamine ainus lahendus, kuidas pressimisjäägile väärtust anda. Tootmise koondamine ühtekokku on valdkond, mis vajaks lähemat uurimist. See oleks autori seisukohalt üheks võimalikuks lahenduseks, kuidas Eestis arendada marjamahla valmistamisel tekkiva pressimisjäägi väärindamist.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Abiks põllumajandussaaduste väikekäitlejale III osa. Tera- ja kaunviljade ning õlikultuuride töötlemine. (2013). /Koost. Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus. Toim. A. Vetemaa. Tallinn: Põllumajandusministeerium. 198 lk.
2. Agrofort. (s.a.). FARMET õlipressid. <http://www.agrofort.ee/tooted/olipressid/farmet-olipressid/> (05.05.2018)
3. **Akanda, M. J. H., Sarker, M. Z. I., Ferdosh, S., Manap, M. Y. A., Rahman, N. N. N. A., Kadir, M. O. A.** (2012). Applications of Supercritical Fluid Extraction (SFE) of Palm Oil and Oil from Natural Sources. – *Molecules*. Vol. 17, pp. 1764-1794.
4. **Alver, J., Alver, L.** (2011a). Majandusarvestus ja rahandus. Leksikon I, A-L. Tallinn: Tallinna Raamatutrükikoda. 709 lk.
5. **Alver, J., Alver, L.** (2011b). Majandusarvestus ja rahandus. Leksikon II, M-Y. Tallinn: Tallinna Raamatutrükikoda. 696 lk.
6. Apeks Supercritical. (s.a.). <http://www.apekssupercritical.com> (09.03.2018).
7. Aromtech. (s.a.). <https://aromtech.com> (09.05.2018).
8. **Atabani, A. E., Silitonga, A. S., Ong, H. C., Mahlia, T. M. I., Masjuki, H. H., Badruddin, I. A., Fayaz, H.** (2013). Non-edible vegetable oils: A critical evaluation of oil extraction, fatty acid compositions, biodiesel production, characteristics, engine performance and emissions production. – *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 18, pp. 211-245.
9. **Bhuiya, M. M. K., Rasul, M. G., Khan, M. M. K., Ashwath, N., Azad, A. K.** (2016). Prospects of 2nd generation biodiesel as a sustainable fuel – Part: 1 selection of feedstocks, oil extraction techniques and conversion technologies. – *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 55, pp. 1109-1128.
10. BioMari. (s.a.). <http://www.biomari.ee> (07.02.2018).
11. **Bleive, Uko.** Ekstraheerimise tehnoloogiatest. Autori intervjuu. Tartu. 02.04.2018.
12. Botanic Innovations. NatureFRESH Cold-PressTM Process. (s.a.). <https://www.botanicinnovations.com/research-summary/naturefresh-cold-press-process/> (05.04.2018).
13. **Brodowska, A. J.** (2017). Raspberry pomace – composition, properties and application. – *European Journal of Biological Research*. Vol. 7, No. 2, pp. 86-96.
14. **Bushman, B. S., Phillips, B., Isbell, T., Ou, B., Crane, J. M., Knapp, S. J.** (2004). Chemical Composition of Caneberry (*Rubus* spp.) Seeds and Oils and Their Antioxidant Potential. – *Agricultural and food chemistry*. Vol. 52, pp. 7982-7987.

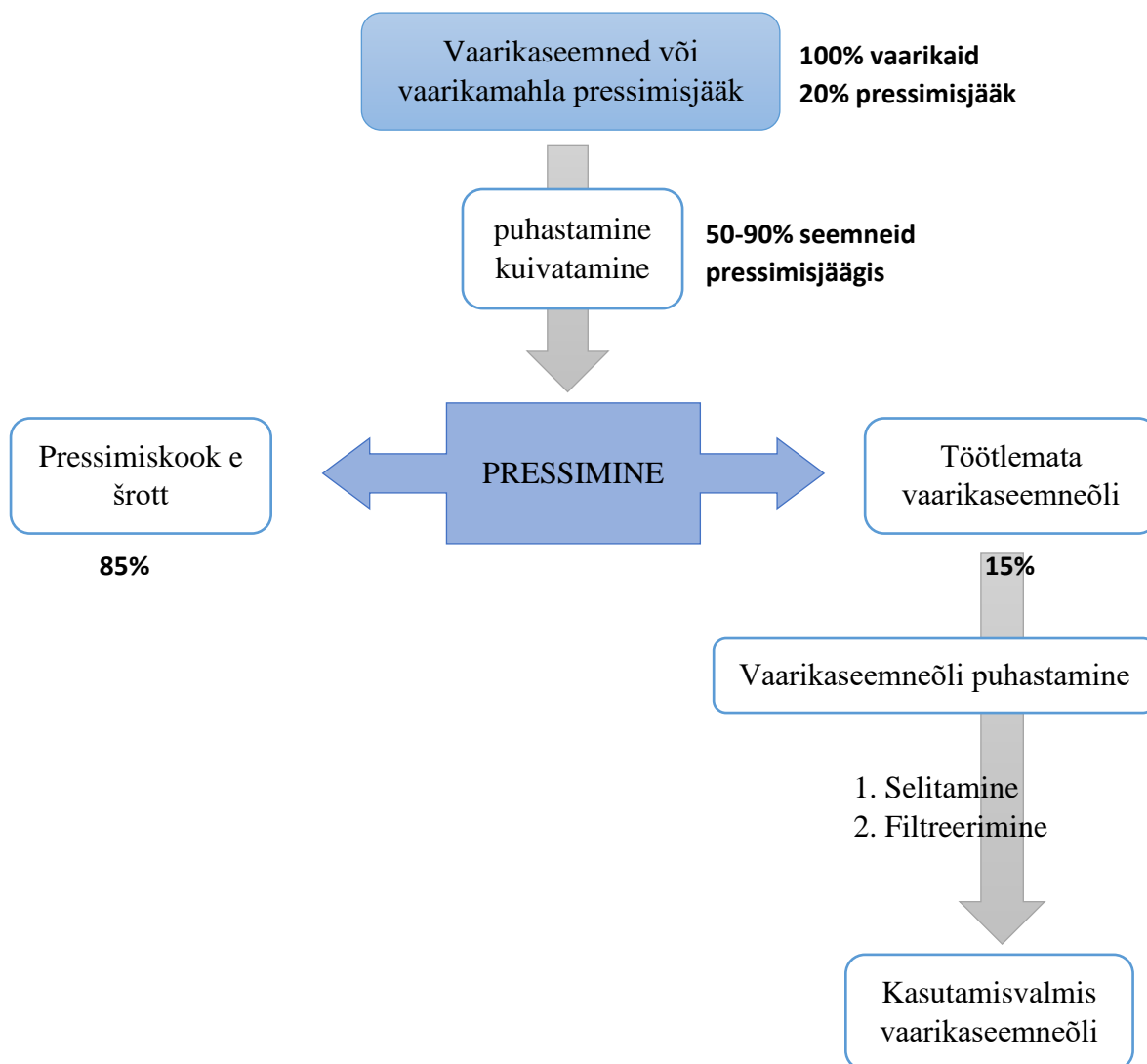
15. **Dimić, E. B., Vujašinović, V. B., Radočaj, O. F., Pastor, O. P.** (2012). Characteristics of blackberry and raspberry seeds and oils. – *APTEFF*. Vol. 43, pp. 1-9.
16. **Djilas, S., Čanadanović-Brunet, J., Četković, G.** (2009). By-products of fruits processing as a source on phytochemicals. – *CI&CEQ*. Vol. 14, No. 4, pp. 191-202.
17. EE = Eesti Entsüklopeedia. (muudetud 2011). <http://entsyklopeedia.ee> (12.01.2018).
18. Eesti aianduse arengut piiravad tegurid ja Eesti ajandusvaldkonna võimalikud arengueeldused. Sisend aiandusvaldkonna arengukava koostamiseks. (2014). <https://www.agri.ee/sites/default/files/content/uuringud/2014/uuring-2014-aiandusvaldkonna-arengueeldused.pdf> (27.04.2018).
19. Eesti aiandussektori arengukava aastateks 2015-2020. (03.02.2015). – *Põllumajandusministeerium*. <https://www.agri.ee/sites/default/files/content/arengukavad/arengukava-aiandussektor-2015-2020.pdf> (12.01.2018).
20. EKSS = Eesti keele seletav sõnaraamat. <http://www.eki.ee/dict/ekss/index.cgi> (14.01.2018).
21. Elektri hind. (s.a.). <https://elektrihind.ee/> (08.05.2018).
22. Farmet. Complete Pressing Unit Farmet 10, Farmet 20. (s.a.). <https://www.farmet.cz/en/oft/complete-pressing-unit-farmer-10-farmer-20?parentID=2101> (14.05.2018).
23. **Ferchau, E.** (2000). Equipment for decentralised cold pressing of oil seeds. Denmark: Folkecenter for Renewable Energy. 60 p. http://www.folkecenter.net/mediafiles/folkecenter/pdf/dk/efdcpos_ef.pdf (13.12.2017).
24. FLAVEKO. (s.a.). Supercritical extraction by carbon dioxide. <http://www.supercriticalextraction.eu/> (09.05.2018).
25. **Johansson, A., Laakso, P., Kallio, H.** (1997). Characterization of seed oils of wild, edible Finnish berries. – *Z Lebensm Unters Forsch*. Vol. 204, pp. 300-307.
26. Kaarli talu. (s.a.). <https://www.kaarlitalu.ee/> (08.05.2018).
27. **Karu, S.** (2008). Kulude juhtimine ja arvestus tulemuslikkusele suunatud organisatsioonis. I osa. Tartu: Rafiko. 333 lk.
28. **Kryževičiūtė, N., Kraujalis, P., Venskutonis, P. R.** (2016). Optimization of high pressure extraction processes for the separation of raspberry pomace into lipophilic and hydrophilic fractions. – *The Journal of Supercritical Fluids*. Vol. 108, pp. 61-68.
29. **Lang, Q., Wai, C. M.** (2001). Supercritical fluid extraction in herbal and natural product studies – a practical review. – *Talanta*. Vol. 53, pp. 771-782.
30. **Libek, A., Karp, K.** (september 2014). Aedvaarikas. – MES nõuandeteenistus. <http://www.pikk.ee/valdkonnad/taimekasvatus/puuviljandus/aedvaarikas> (16.01.2018).
31. Loodusand. (s.a.). Kamasmuuti. <http://loodusand.ee/kamasmuuti/> (05.04.2018).
32. **McDougall, N. R., Beames, R. M.** (1994). Composition of raspberry pomace as its nutritive value for monogastric animals. – *Animal Feed Science and Technology*. Vol. 45, No. 2, pp. 139-148.

33. **McMillan, K., Weyers, J.** (2011). Õppimine kõrgkoolis. Tudengi käsiraamat. Tallinn: Tallinna Raamatutrükikoda. 541 lk.
34. **Mereste, U.** (2003). Majandusleksikon. I, A-M. Tallinn: Tallinna Raamatutrükikoda. 644 lk.
35. **Misheloff, R.** (s.a.). CO2 Extraction Machine Financing: Costs and How to Qualify. – *Smarter Finance USA*. <https://www.smarterfinanceusa.com/blog/co2-extraction-machine-financing> (09.03.2018).
36. **Mohamed, R. S., Mansoori, G. A.** (2002). The Use of Supercritical Fluid Extraction Technology in Food Processing. – *Food Technology*. No. June.
37. NATECO2. (s.a.). <https://www.nateco2.de/en/> (09.05.2018).
38. New chemical syntheses institute. (s.a.). <http://www.ins.pulawy.pl/index.php/en/> (09.05.2018).
39. **Oomah, B. D., Ladet, S., Godfrey, D. V., Liang, J., Gigard, B.** (2000). Characteristics of raspberry (*Rubus idaeus* L.) seed oil. – *Food Chemistry*. Vol. 69, pp. 187-193.
40. **Pieszka, M., Migdal, W., Gasior, R., Rudzińska, M., Bederska-Lojewska, D., Pieszka, M., Szczurek, P.** (2014). Native Oils from Apple, Blackcurrant, Raspberry, and Strawberry Seeds as a Source of Polyenoic Fatty Acids, Tocochromanols, and Phytosterols: A Health Implication. – *Journal of Chemistry*. Vol. 2015, pp. 1-8.
41. PM060: Viljapuu- ja marjaaiad maakonna järgi. (andmed uuendatud 21.07.2017). – *Eesti Statistika andmebaas*. <http://andmebaas.stat.ee> (09.01.2018).
42. PM5211: Keskmise bruto- ja netokuupalk põhitegevuseala (EMTAK 2008) järgi. (andmed uuendatud 01.03.2018). – *Eesti Statistika andmebaas*. <http://andmebaas.stat.ee> (30.04.2018)
43. Polli Aiandusuuringute Keskus. (s.a.). <http://polli.emu.ee/> (16.03.2018).
44. **Pradhan, R. C., Meda, V., Rout, P. K., Naik, S., Dalai, A. K.** (2010). Supercritical CO2 extraction of fatty oil from flaxseed and comparison with screw press expression and solvent extraction processes. – *Journal of Food Engineering*. Vol. 98, pp. 393-397.
45. Põhjala Teetalu. (s.a.). <http://teetalu.ee/> (07.02.2018).
46. **Radočaj, O., Vujasinović, V., Dimić, E., Bacić, Z.** (2014). Blackberry (*Rubus fruticosus* L.) and raspberry (*Rubus idaeus* L.) seed oils extracted from dried press pomace after longterm frozen storage of berries can be used as functional food ingredients. – *European Journal of Lipid Science and Technology*. Vol. 116, pp. 1015-1024.
47. Rahvusarhiiv. (s.a.). Sovhoosid ja riigimõisad. <http://www.eha.ee/labs/fondiloend/index.php/structure/index?id=137> (24.01.2018).
48. Raismikuoja OÜ. (s.a.). <http://www.raismikuoja.ee/> (08.05.2018).
49. Raspberries. (2013). /Eds. R. C. Funt, H. K. Hall. Wallingford: CAB International. 282 p.
50. Riigi ilmateenistus. (s.a.). Kliimakaardid. <http://www.ilmateenistus.ee/kliima/kliimakaardid/> (22.01.2018).
51. **Rohm, H., Brennan, C., Turner, C., Günther, E., Campbell, G., Hernando, I., Struck, S., Kontogiorgos, V.** (2015). Adding value to fruit processing waste: innovative ways to

- incorporate fibers from berry pomace in baked and extruded cereal-based foods – a SUSFOOD project. – *Foods*. Vol. 4, No. 4, pp. 690-697.
52. RTJ 1 Raamatupidamise aastaaruande koostamise üldpõhimõtted. (vastu võetud 22.12.2017, viimati jõustunud 01.01.2018). – *Riigi Teataja*. <https://www.riigiteataja.ee/aktiis/1231/2201/7054/Lisa%201%20-%20RTJ%201%20-%202017.pdf#>
 53. **Sander-Sõrmus, M.** (20.märts.2018). Aiandusfoorum 2018: Arengud puuvilja- ja marjakasvatustes. – *Äripäev Põllumajandus*. <http://www.pllumajandus.ee/uudised/2018/03/20/aiandusfoorum-2018-arengud-puuvilja--ja-marjakasvatustes> (07.05.2018).
 54. **Sharif, K. M., Rahman, M. M., Azmir, J., Mohamed, A., Jahurul, M. H. A., Sahena, F., Zaidul, I. S. M.** (2014). Experimental design of supercritical fluid extraction – a review. – *Journal of Food Engineering*. Vol. 124, pp. 105-116.
 55. **Šučurović, A., Vukelić, N., Ignjatović, L., Brčeski, I., Jovanović, D.** (2009). Physical-chemical characteristics and oxidative stability of oil obtained from lyophilized raspberry seed. – *European Journal of Lipid Science and Technology*. Vol. 111, No. 09, pp. 1133-1141.
 56. Talutoodete keskus. (s.a.). Külmuivatatud marjad ja -jahud sortiment. <http://tkeskus.ee/marjad/k%C3%BClmkuivatatud-marjad> (07.02.2018).
 57. Tartu veevärk. (s.a.). Veevarustuse ja heitvee ärajuhtimise hinnakiri. <https://www.tartuvesi.ee/veevarustuse-ja-heitvee-arajuhtimise-hinnakiri-1102014> (08.05.2018).
 58. Tedre talu. (s.a.). Vaarikaseemneõli. <http://tedretalu.ee/tootmine/vaarikaseemneoli> (27.04.2018).
 59. Veterinaar- ja Toiduamet. (s.a.). Oliiviõli. <http://www.vet.agri.ee/?op=body&id=495> (30.04.2018).
 60. Waters. (s.a.). Supercritical Fluid Extraction (SFE) Systems. http://www.waters.com/waters/en_EE/Supercritical-Fluid-Extraction-%28SFE%29Systems/nav.htm?cid=10146521&locale=en_EE (09.01.2018).
 61. **Õunapuu, L.** (2014). Kvalitatiivne ja kvantitatiivne uurimisviis sotsiaalteadustes. Tartu Ülikool. 211 lk.

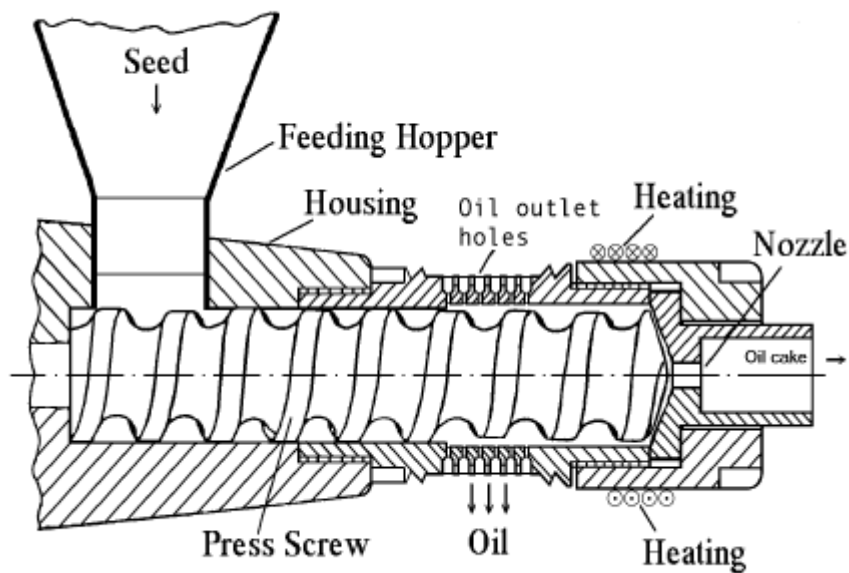
LISAD

Lisa 1. Kruvipressimise tehnoloogia skeem (Ferchau 2000: 3)

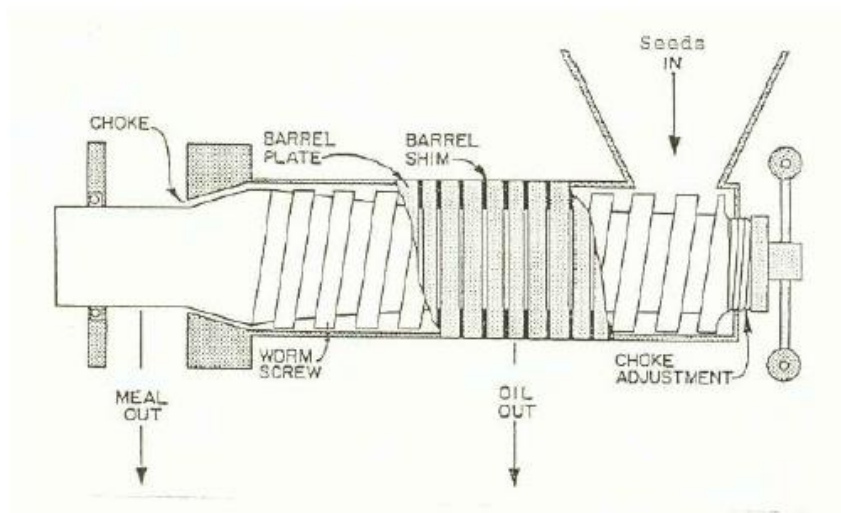


Lisa 2. Kahte tüüpi kruvipressi läbilõige (Ferchau 2000: 19-20)

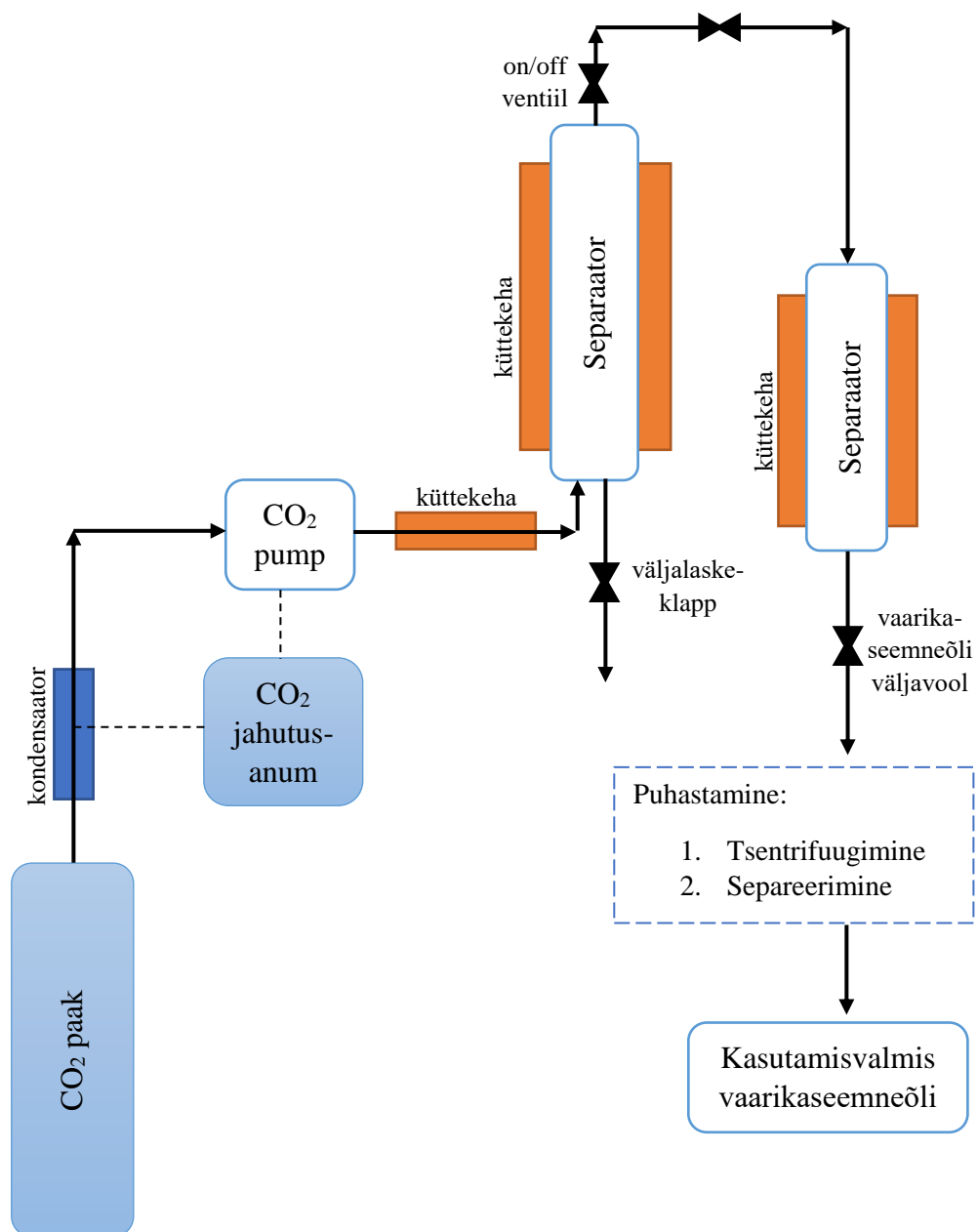
Aukudega silinder tüüpi kruvipressi läbilõige (inglise k. *hole cylinder type*).



Reguleeritava sõelfiltriga silinder tüüpi kruvipressi läbilõige (inglise k. *strainer type*).



Lisa 3. Ülekriitilise ekstraheerimise tehnoloogia skeem (Waters)



Lisa 4. Keskmise tööjõukulu arvestamise tasud (PA5211)

$$TJ_{keskmine} = \frac{(B_1 + B_2 + B_3 + B_5 + B_6 + B_7 + B_8) - B_9}{3 * t_{kvartal}}$$

kus on $TJ_{keskmine}$ on keskmine kuutööjõukulu töötaja kohta kvartalis;

B_1 – tasu tegelikult töötatud aja eest;

B_2 – tasu mittetöötatud aja eest;

B_3 – tööandja hüvitis haigestumise, tööõnnetuse ja kutsehaiguse puhul;

B_5 – mitterahaline tasu, mis sisaldab kaudseid toetusi töötajatele;

B_6 – tööandja makse töötajate jaoks loodud hoiuskeemidesse;

B_7 – tööandja hüvitised ja sotsiaaltoetused töötajatele;

B_8 – tööandja maksed sotsiaalkindlustus skeemidesse;

B_9 – muudelt organisatsioonidelt saadud toetused tööandjale;

$t_{kvartal}$ – kuukeskmine töötajate arv kvartalis.

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Kristina Hiir, sünniaeg 05.01.1996,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö Vaarikaseemneõli tootmise kulude analüüs, mille juhendaja on Ülle Roosmaa,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____
(allkiri)

Tartu, _____
(kuupäev)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)